



Kernekraft og nuklear sikkerhed 2009

Lauritzen, Bent; Ølgaard, Povl Lebeck; Kampmann, D.; Nonbøl, Erik; Nystrup, Poul E.; Thorlaksen, Bjørn

Publication date:
2010

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Lauritzen, B., Ølgaard, P. L., Kampmann, D., Nonbøl, E., Nystrup, P. E., & Thorlaksen, B. (2010). *Kernekraft og nuklear sikkerhed 2009*. Danmarks Tekniske Universitet, Risø Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi. Denmark. Forskningscenter Risø. Risø-R No. 1731(DA)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Kernekraft og nuklear sikkerhed 2009

Risø-R-Report

Redigeret af B. Lauritzen og P.L. Ølgaard
Risø-R-1731(DA)
Maj 2010



Forfatter: Bent Lauritzen og P.L. Ølgaard (red.), D. Kampmann,
E. Nonbøl, Poul E. Nystrup og Bjørn Thorlaksen
Titel: Kernekraft og nuklear sikkerhed 2009
Afdeling: Strålingsforskning

Resume (max. 2000 char.):

Rapporten er den syvende rapport i en serie af årlige rapporter om kernekraft og nuklear sikkerhed. Rapporten er udarbejdet af medarbejdere ved Risø DTU og Beredskabsstyrelsen. Den omhandler den internationale udvikling inden for kernekraft med særlig vægt på sikkerhedsmæssige forhold og nukleart beredskab. Rapporten for 2009 dækker følgende emner: International status for kernekraft og regionale tendenser, reaktorudvikling, sikkerhedsrelaterede hændelser, internationale forhold og konflikter, samt det europæiske sikkerhedsdirektiv.

Risø-R-1731(DA)
Maj 2010

ISSN 0106-2840
ISSN 1604-4177
ISSN 1603-9408
ISBN 978-87-550-3817-2
ISBN 978-87-550-3818-9(Internet)

Kontrakt nr.:

Gruppens reg. nr.:
PSP 10008-04

Sponsorship:

Forside:
Byggeriet af Flamanville-3, Frankrigs første EPR-enhed.

©EDF / Alexis MORIN

Sider: 45
Tabeller: 2

Afdelingen for Informationsservice
Risø Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi
Danmarks Tekniske Universitet
Postboks 49
4000 Roskilde
Danmark
Telefon 46774005
bibl@risoe.dtu.dk
Fax 46774013
www.risoe.dtu.dk

Indhold

Forord 4

1 International kernekraftstatus 5

- 1.1 Kernekraftens el-produktion 5
- 1.2 Regionale tendenser 9

2 Udvikling af reaktorer og sikkerhed 26

- 2.1 Reaktorudviklingen 26

3 Nuklear sikkerhed 29

- 3.1 Sikkerhedsrelaterede hændelser ved kernekraft 29
- 3.2 Internationale forhold og konflikter 30
- 3.3 Det europæiske sikkerhedsdirektiv 33

APPENDIKS A: INES, den internationale skala for uheld på nukleare anlæg 37

APPENDIKS B: Internationale organisationer 39

APPENDIKS C: Anvendte forkortelser 42

Forord

”Kernekraft og nuklear sikkerhed 2009” er den syvende rapport i en serie af årlige rapporter om kernekraft og nuklear sikkerhed. Rapporten, der er udarbejdet i samarbejde mellem Risø DTU og Beredskabsstyrelsen, har til formål at informere myndigheder, medier og offentlighed om den internationale udvikling inden for kernekraft med særlig vægt på sikkerhedsmæssige forhold og nukleart beredskab.

Rapporten for 2009 dækker følgende emner: International status for kernekraft og regionale tendenser, reaktorudvikling, sikkerhedsrelaterede hændelser, internationale forhold og konflikter, samt det europæiske sikkerhedsdirektiv.

Følgende medarbejdere fra Risø DTU og Beredskabsstyrelsen (BRS) har bidraget til denne rapport:

Dan Kampmann	BRS (1.2 og 3.1)
Bent Lauritzen	Risø (1.1 og 1.2)
Erik Nonbøl	Risø (1.1 og 2.1)
Poul E. Nystrup	BRS (1.2)
Bjørn Thorlaksen	BRS (3.3)
Povl L. Ølgaard (konsulent)	Risø (1.2 og 3.2)

1 International kernekraftstatus

1.1 Kernekraftens el-produktion

Kernekraft udgør ca. 6 % af verdens primære energiforsyning og 14 % af elforsyningen. I alt 30 lande har kernekraft, hovedsageligt inden for OECD området. Den samlede installerede kapacitet er på 370 GWe, fordelt på ca. 435 enheder (jf. Tabel 1.1-2). Kernekraft, der er baseret på spaltning (fission) af uran, bidrager dermed væsentligt til den CO₂-frie andel af verdens elproduktion. Samtidig er kernekraft et af de få effektive virkemidler til at sikre en global udbygning af elproduktionen uden at øge udledningen af drivhusgasser.

Den samlede installerede effekt ventes at stige betydeligt i de kommende år. Det Internationale Atomenergiagentur (IAEA) regner i sin prognose fra 2009 med, at der i 2020 vil være opført nye kernekraftværker på i alt 73 GWe, og at den samlede kapacitet i 2030 vil være 500-800 GWe. Vurderingen fra IAEA er baseret på konkrete planer for nybyggeri, især i Kina, Indien, Rusland samt Frankrig. Den markerer en opjustering i forhold til tidligere prognoser. Kernekraft antages dermed at andrage en nogenlunde uændret andel af den totale elproduktion, hvor det tidligere har været antaget, at kernekraftens andel af elproduktionen ville aftage.

I alt 17 lande, der allerede har kernekraft, har planer for nybyggeri. Væksten vil være størst i Asien, med en høj forventet udbygning i Kina, Indien og Rusland. Ca. 50 enheder er under opførelse, og der er planer for nybyggeri af ca. 130 enheder, med en samlet effekt på 150 GWe. I Europa og USA er det især ønsket om en større forsyningssikkerhed, samt stigende gaspriser og krav til begrænsning i udledningen af drivhusgasser, der har ført til en stigende interesse for kernekraft. I Danmarks nærområder har Finland, Polen, de Baltiske Lande samt England og Frankrig planer for at opføre nye kernekraftværker. I Sverige ønsker regeringen at påbegynde byggeriet af nye enheder til erstatning for de eksisterende kernekraftværker, hvilket kan betyde en faktisk udvidelse af kapaciteten, hvorimod oppositionen ønsker at fastholde status quo i forhold til de eksisterende værker.

Hovedparten af verdens kernekraftenheder er baseret på 2. generations letvandsreaktorer (PWR og BWR). De væsentligste undtagelser herfra er den canadiske udviklede CANDU tungtvandsreaktor, den engelske AGR reaktor samt den russiske byggede RBMK reaktor. De nye enheder, der er under opførelse, er i Asien fortrinsvis baseret på Generation II reaktorer, mens nye enheder i Europa og USA vil være af Generation III eller III+. Generation III/III+ enhederne er videreudviklinger af Generation II enhederne, hvor der er anvendt forenklede designs, og hvor der i højere grad end tidligere er benyttet passive sikkerhedssystemer, der fungerer uden ekstern strømforsyning.

I 2009 blev Ignalinaværket i Litauen lukket ned, og dermed er der ikke flere reaktorer af RBMK-typen i drift uden for Rusland. RBMK-reaktoren er af samme type som den forulykkede reaktor ved Tjernobyl-værket i Ukraine, og reaktoren har været genstand for megen kritik på grund af ringe sikkerhed over for større ulykker. Som et led i forhandlinger om Litauens optagelse i EU blev det aftalt, at den første af Ignalina værkets to enheder skulle lukkes ved udgangen af 2004 og at begge enheder skulle være lukket endeligt ned inden udgangen af 2009.

Ud over Ignalina-2 enheden på 1185 MWe blev også Hamaoka-1 og -2 i Japan på hhv. 515 og 806 MWe lukket ned i 2009.

To enheder blev sat i drift i 2009, Tomari-3 enheden i Japan (866 MWe PWR), samt Rajastan-5 enheden i Indien, en 200 MWe tungtvandsreaktor af CANDU typen.

Byggeriet af i alt 11 nye enheder blev påbegyndt i 2009, heraf ni i Kina. Syv af de kinesiske enheder, Hongyanhe-3, Sanmen-1, Yangjiang-2, Fuqing-2, Fangjiashan-2, Hongyanhe-4 samt Haiyang-1, er 1000 MWe CPR-1000-enheder. CPR-1000 er et kinesisk udviklet design baseret på fransk PWR-teknologi. De sidste to kinesiske enheder, Taishan-1 og Sanmen-2, er baseret henholdsvis på den franske EPR-reaktor (1700 MWe) og på den amerikanske AP-1000 reaktor (1000 MWe). Med de i 2009 påbegyndte enheder har Kina i alt 20 enheder under opførelse, og Kina tegner sig dermed for over halvdelen af de enheder, der er påbegyndt siden 2005.

Derudover påbegyndte Sydkorea byggeriet af en 1340 MWe APR-enhed, Shin-Kori-4. APR-1400 er et sydkoreansk design baseret på Westinghouse PWR design. I Rusland blev en 1085 MWe VVER enhed, Novovoronezh 2-2, påbegyndt.

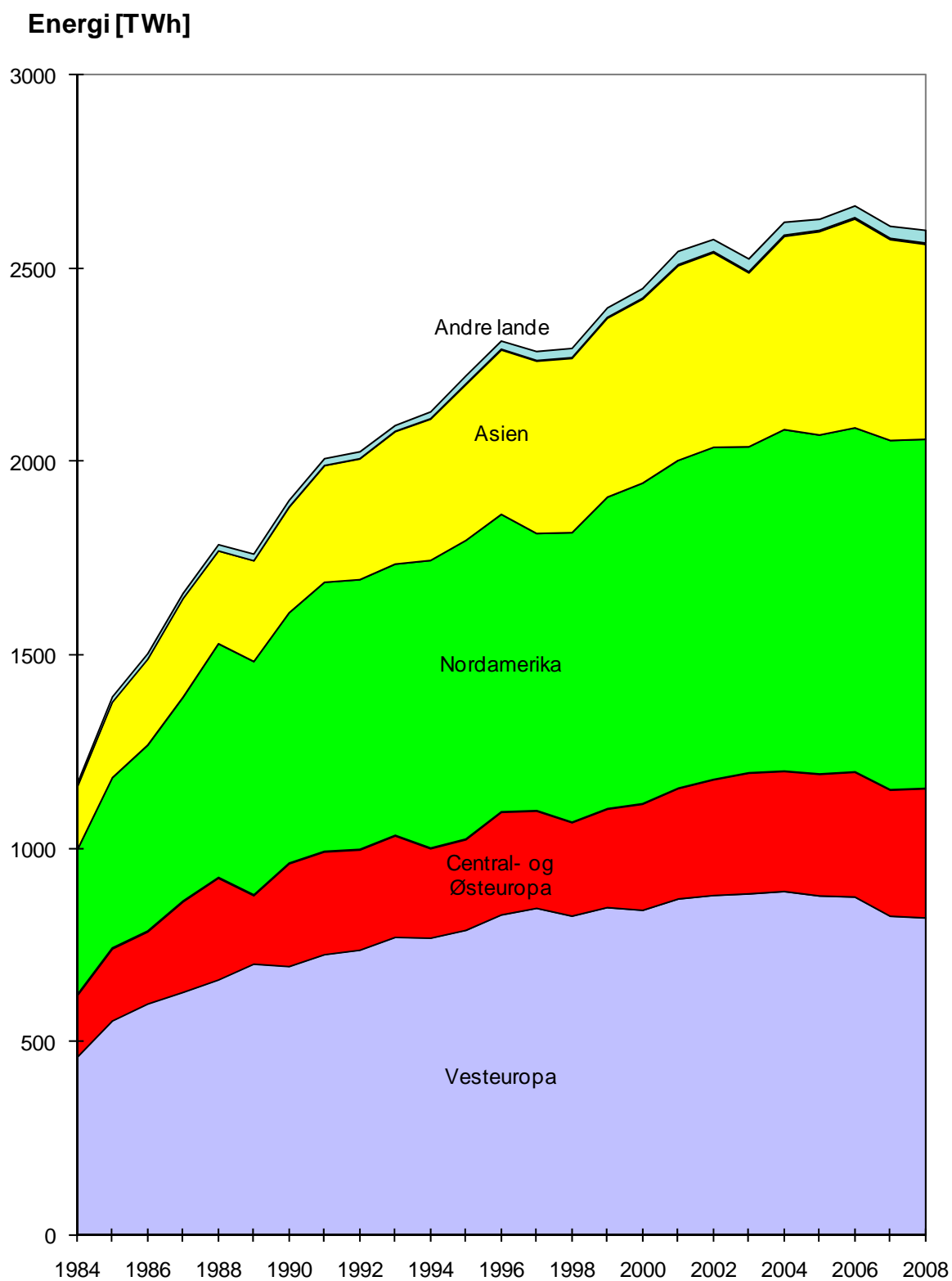
Byggeriet af to slovakiske enheder, Mochovce-3 og -4, blev genoptaget i 2009. Opførelsen af enhederne, der er forsynet med russisk udviklede trykvandsreaktorer på 405 MWe, blev oprindeligt påbegyndt i 1985, men byggeriet har pga. manglende finansiering ligget stille i mange år. Endelig har man i Rusland besluttet at færdigbygge to flydende kernekraftenheder, Akademik Lomonosov-1 og -2, hver på 30 MWe.

Tabel 1.1. Antal kernekraftenheder, installeret effekt og produceret energi samt kernekraftens andel af el-produktionen i forskellige regioner i verden.

	Antal enheder (1/1-2010)	Installeret effekt (GWe) (1/1-2010)	Produceret energi 2008 (TWh)	Andel af el- produktion 2008 (%)
Vesteuropa	130	122,5	822,3	27,5
Central- og Østeuropa	66	46,3	333,3	17,9
Nordamerika	124	114,6	904,3	18,1
Asien	111	82,1	505,0	7,8
Andre lande	6	4,5	32,8	-
Globalt	437	370,0	2597,7	13,5

Tabel 1.2. Antal kernekraftenheder, installeret effekt og produceret energi samt kernekraftens andel af el-produktionen i de enkelte lande.

	Antal enheder (1/1-2010)	Installeret effekt (GWe) (1/1-2010)	Produceret energi 2008 (TWh)	Andel af el- produktion 2008 (%)
Vesteuropa				
Belgien	7 PWR	5,8	43,4	53,8
Finland	2 BWR, 2 VVER	2,7	22,1	29,7
Frankrig	1 FBR, 58 PWR	63,3	419,8	76,2
Holland	1 BWR	0,5	3,9	3,8
Schweiz	2 BWR, 3 PWR	3,2	26,3	39,2
Spanien	2 BWR, 6 PWR	7,5	56,5	18,3
Storbritannien	1 PWR, 4 GCR, 14 AGR	10,1	48,2	13,5
Sverige	7 BWR, 3 PWR	9,0	61,3	42,0
Tyskland	6 BWR, 11 PWR	20,4	140,9	28,3
Central- og Østeuropa				
Armenien	1 VVER	0,4	2,3	39,4
Bulgarien	2 VVER	1,9	14,7	32,9
Litauen	-	0,0	9,1	72,9
Rumænien	2 PHWR	1,3	10,3	17,5
Rusland	15RBMK, 15 VVER, 1 FBR	21,7	152,1	16,9
Slovakiet	4 VVER	1,7	15,5	56,4
Slovenien	1 PWR	0,7	6,0	41,7
Tjekkiet	6 VVER	3,6	25,0	32,5
Ukraine	15 VVER	13,1	84,5	47,4
Ungarn	4 VVER	1,9	13,9	37,2
Nordamerika				
Canada	18 PHWR	12,6	88,3	14,8
Mexico	2 BWR	1,3	9,4	4,0
USA	69 PWR, 35 BWR	100,7	806,7	19,7
Asien				
Indien	2 BWR, 16 PHWR	4,0	13,2	2,0
Japan	24 PWR, 30 BWR	46,8	241,3	24,9
Kina	9 PWR, 2 PHWR	8,4	65,3	2,2
Pakistan	1 PWR, 1 PHWR	0,4	1,7	1,9
Sydkorea	16 PWR, 4 PHWR	17,6	144,3	35,6
Taiwan	6 PWR	4,9	39,3	19,6
Andre lande				
Argentina	2 PHWR	0,9	6,9	6,2
Brasilien	2 PWR	1,8	13,2	3,1
Sydafrika	2 PWR	1,8	12,8	5,3



Figur 1.1 Den globale udvikling i den samlede producerede energi fra kernekraft.

1.2 Regionale tendenser

Vesteuropa

I Vesteuropa har ni lande kernekraftværker i drift: Belgien, Finland, Frankrig, Holland, Schweiz, Spanien, Storbritannien, Sverige og Tyskland. De hastigt svindende ressourcer af gas og olie i Nordsøen, kravene om reduktion i udslip af drivhusgasser og udsving i energipriserne har i flere europæiske lande ført til ændringer af energipolitikken. I Storbritannien, Frankrig, Schweiz og Finland indgår kernekraft som et vigtigt element i den fremtidige energiforsyning, mens Spanien og Tyskland planlægger at afvikle kernekraft. I Sverige og Belgien er situationen ikke afklaret.

Belgien

Belgien har to kernekraftværker, der tilsammen leverer omkring 51 % af landets elforsyning. I januar 2003 vedtog parlamentet en lov om gradvis afvikling af kernekraften, så de i alt 7 reaktorer på de to værker Doel og Tihange skulle lukkes efter 40 års drift. På Doel er de to ældste reaktorer fra 1974/75 og på Tihange er den ældste reaktor fra 1975, så efter planen skulle de første tre reaktorer være taget ud af drift i 2016, mens alle reaktorer ville være taget ud af drift i 2025.

Regeringens besluttede den 12. oktober 2009 at udskyde udfasningen af de tre ældste reaktorer med 10 år frem til efter 2025. Elektricitetsselskabet Electrabel, der driver værkerne, er begyndt at forberede en levetidsforlængelse på 10 år for disse tre enheder. I koncessionsaftalen indgår et krav om, at elproducenterne skal betale en særlig skat til staten på 215-245 mio. euro pr. år i perioden 2010-14. Endvidere har de forpligtet sig til at sikre stabile priser på elektricitet samt at arbejde for mere vedvarende energi og for energieffektiviseringer.

Allerede i 1988 vedtog den belgiske regering et moratorium, der forbød opførelsen af kernekraftværker. Beslutningen om ikke at bygge nye værker står stadig ved magt.

Finland

Finland har to kernekraftværker, der tilsammen producerer ca. 33 % af landets elektricitet. Den samlede elektriske effekt af de to VVER reaktorer i Loviisa og de to kogendevandsreaktorer i Olkiluoto er på 2700 MWe.

I maj 2002 blev det besluttet at opføre landets femte kernekraftenhed, Oliluoto-3, en EPR-enhed på 1600 MWe. Byggeriet, der tog sin begyndelse i maj 2005, har været ramt af forsinkelser og betydelige budgetoverskridelser, og enheden ser nu ud til først at kunne blive sat i drift i 2012 i stedet for som oprindeligt planlagt i 2009. Der er i denne forbindelse en verserende strid om erstatningsansvar for økonomiske tab som følge af forsinkelserne.

Tre selskaber konkurrerer om at få lov til at bygge landets sjette kernekraftenhed. TVO har søgt om lov til at opføre en 1000-1800 MWe stor enhed ved Olkiluoto, Fortum indsendte i februar 2009 en lignende ansøgning om opførelsen af en enhed på 1000-1800 MWe ved Loviisa, og endelig indsendte et nydannet konsortium af selskaber, Fennovoima, i januar 2009 en ansøgning om at bygge en enhed på 1500-2500 MWe. Regeringens stillingtagen til de indsendte ansøgninger kan først ventes i 2010. Med en planlægningsperiode på fem år inden påbegyndelse af byggeprocessen vil den sjette reaktor først kunne stå færdig omkring 2020.

Frankrig

Frankrig har 59 reaktorer, der alle drives af EdF (Electricité de France).

I maj 2006 vedtog EdF at bygge en EPR-enhed på 1600 MWe ved Flamanville. Enheden ventes at være færdig i 2012 samtidig med den finske EPR, som påbegyndtes et år tidligere. I januar 2009 bekræftede præsident Sarkozy, at EdF i

2012 vil påbegynde opførelsen af Frankrigs anden EPR-enhed ved Penley nær Dieppe, hvor der i lighed med Flamanville allerede findes to 1330 MWe PWR-enheder. Enheden forventes at stå færdig i 2017.

Det franske firma Areva er i dag det eneste vesteuropæiske firma, der kan levere kernekraftreaktorer. Det drejer sig specielt om EPR-enheder med en effekt på 1600-1700 MWe. Det franske elselskab EdF er i gang med at udvide sine aktiviteter til andre lande. Eksempelvis er EdF interesseret i at bygge EPR-enheder i Storbritannien.

Italien

Italien har tidligere haft kernekraft, men efter en folkeafstemning i 1987 blev kernekraften udfaset. I maj 2008 slog den italienske regering imidlertid fast, at den ønskede kernekraft genindført. Der sigtes mod at påbegynde opførelse af kernekraftenheder inden for en tidshorisont på 5 år og mod, at kernekraft i 2030 skal dække 25 % af elforsyningen. Regeringen arbejder for nærværende på at få implementeret den nødvendige lovgivning, udpege egnede lokaliteter osv.

Storbritannien

Storbritannien har 19 reaktorer fordelt på ti kernekraftværker, og de skal alle på nær et (Sizewell B) være taget ud af drift inden udgangen af 2023. Sizewell B enheden er nyere og har driftslicens til 2035. Kernekraft dækker ca. 17 % af landets elproduktion, mens fossile brændstoffer står for 78-79 % og de resterende 4-5 % stammer fra vedvarende energikilder. Det er planlagt, at to Magnox-enheder ved Wylfa lukkes endeligt ned ved udgangen af 2010 og de to resterende Magnox-enheder ved Oldbury lukkes to år senere. Derved vil alle de gamle Magnox-reaktorer være taget ud af drift. Storbritanniens 14 AGR-enheder forventes at blive lukket i perioden 2014-2023.

Ifølge regeringens energipolitik skal de eksisterende kernekraftenheder udskiftes, og på længere sigt kan det komme på tale at opføre nye kernekraftenheder. De europæiske elselskaber RWE, E.ON og EdF har alle vist interesse for at bygge kernekraftenheder i Storbritannien. EdF planlægger at bygge to EPR enheder ved Hinkley Point og endnu to EPR enheder ved Sizewell og forventer, at enhederne kan sættes i drift i henholdsvis 2017 og 2019.

Sverige

Sverige har ti kernekraftenheder i drift, fordelt på de tre værker Ringhals, Forsmark og Oskarshamn. Kernekraft dækker i dag godt 40 % af elforsyningen.

Siden en folkeafstemning i 1980 har det været svensk politik, at kernekraften skulle afvikles, oprindeligt med den tidsplan, at alle kernekraftværkerne skulle være lukket ned i 2010. Imidlertid er kun Barsebäck-værket blevet lukket, og anden elforsyningskapacitet er ikke blevet etableret i tilstrækkelig omfang til, at de resterende værker kan blive lukket.

I februar 2009 besluttede den svenske regering, at de eksisterende kernekraftenheder skal kunne erstattes med nye kernekraftenheder, efterhånden som de gamle enheder nedlægges, og at afviklingsloven for kernekraft dermed skal ændres. Oppositionen ventes derimod, såfremt den for flertal efter næste parlamentsvalg, at holde fast i den principielle beslutning om at afvikle kernekraft i Sverige.

Tyskland

Tyskland har 17 reaktorer fordelt på 12 kernekraftværker. Kernekraft står for 22 % af landets produktion af elektricitet, 63 % stammer fra fossile brændstoffer og de resterende 15 % fra vedvarende energi.

I 2001 indgik den daværende koalitionsregering en aftale med industrien om en gradvis afvikling af kernekraft. De tyske reaktorer skal lukkes efter gennemsnitligt

32 års drift, og nybyggeri vil ikke være tilladt. Det er muligt at overføre produktionskvoter mellem enhederne og derved påvirke rækkefølge for nedlukning. Uden overførsel af kvoter vil enhederne Biblis-A, Biblis-B og Neckarwestheim-1 blive lukket i 2010. Herefter følger nedlukning af de resterende værker indtil 2022, hvor kernekraft vil være udfaset.

De politiske partier er splittet i holdningen til kernekraft. Regeringspartierne CDU/CSU og FDP ønsker at udskyde udfasningen, fordi de ser kernekraft som en nødvendig overgangsløsning, indtil vedvarende energi er blevet tilstrækkeligt udbygget, mens oppositionspartierne SPD, de Grønne, Die Linke og SSW ønsker at afvikle kernekraften. Forbundskansler Angela Merkel og hendes konservative parti anser det for nødvendigt at udskyde udfasningen af kernekraft og har indledt forhandlinger med elselskaberne. En afklaring kan først forventes i efteråret 2010, når en ny energipolitik foreligger.

Central- og Østeuropa

Krav om reduktion af udledningen af drivhusgasser og frem for alt ønsket om øget forsyningssikkerhed er vigtige elementer i energipolitikken i de central- og østeuropæiske lande, og i mange lande spiller ønsket om at reducere afhængigheden af russisk naturgas og at stabilisere energipriserne en stor rolle.

Både i landene med kernekraft og i Albanien, Hviderusland, Polen, Estland, Letland samt Tyrkiet er der mere eller mindre konkrete planer om at opføre nye kernekraftværker, og de første enheder kan stå færdige i perioden 2016-2020. Polen har både planer om et værk ved Zarnowich, hvor et tidligere byggeri af et kernekraftværk aldrig blev tilendebragt, samt et fælles baltisk-polsk værk ved Visaginas nær Ignalina i Litauen. Tyrkiet overvejer at opføre kernekraftværker og har haft en udbudsrunde, men intet er endeligt afgjort endnu.

Mange af landene i Central- og Østeuropa har problemer med at skaffe den nødvendige finansiering til opførelse af nye kernekraftanlæg. Alligevel har de gennemført de nødvendige miljøkonsekvensundersøgelser og andre nødvendige myndighedsbehandlinger. Udbud og prækvalifikation af leverandører fortsætter også med relativt små forsinkelser. Mange projekter vil derfor kunne påbegyndes med kort varsel, hvis finansieringen er til stede.

Til erstatning for det nu lukkede Ignalina kernekraftværk planlægges det at opføre et nyt værk på samme sted, ligesom der er planer om nye kernekraftværker i henholdsvis Kaliningrad-området og i Hviderusland på en lokalitet tæt ved Ignalina. Der er næppe behov for at opføre alle tre værker i de påtænkte størrelser, og der er nok heller ikke finansieringsmuligheder.

Albanien

Den albanske regering foreslog i november 2008 at bygge et kernekraftværk ved Durrës. Det skal sikre elforsyningen og samtidig muliggøre eksport af elektricitet til nabolandene. I april 2009 fik projektet støtte fra Kroatien, og de to lande enedes april 2009 om at nedsætte en ekspertgruppe, som skal undersøge mulighederne for at bygge et kernekraftværk på cirka 1500 MWe, eventuelt i samarbejde med Montenegro og Bosnien-Hercegovina. Projektet har dog mødt en del modstand i Montenegro.

Armenien

Armeniens eneste kernekraftenhed, Metsamor-2, er forsynet med en VVER-440/230 reaktor, som ikke opfylder vestlige sikkerhedskrav. Regeringen har i princippet godkendt, at enheden lukkes. Dette vil dog først ske, når en moderne 1000 MWe kernekraftenhed til erstatning af Metsamor-2 står klar. EU har erklæret sig villig til

at støtte Armenien økonomisk, hvis Metsamor-2 lukkes, og USA vil støtte forstudier til den nye enhed.

I februar 2009 annoncerede regeringen udbud af et kernekraftenhed på 1000 MWe ved Metsamor og skrev i juni 2009 kontrakt med Worley Parsons, som skal stå for gennemførelsen af projektet. Parlamentet godkendte i oktober 2009 opførelsen af en reaktor på op til 1200 MWe, og værket skal bygges af et selskab med lige deltagelse af Armenien og Atomstroyexport.

Armenien har underskrevet en aftale om et samarbejde med bl.a. Rusland om berigningsanlægget i Angarsk.

Bulgarien

Allerede i 1986-87 begyndte det bulgarske statslige el-selskab NEK at opføre et kernekraftværk ved Belene. Byggeriet blev imidlertid indstillet i 1991 efter Tjernobyl-ulykken og de politiske omvæltninger i Østeuropa.

Projektet blev genoptaget i 2006, og Atomstroyexport skrev kontrakt med NEK om levering af to AES-92 kernekraftenheder på hver 1060 MWe. Der blev i 2008 indgået en aftale med det tyske el-selskab RWE, som skulle stå for finansiering af 49 % af projektet, men RWE er sprunget fra aftalen, da selskabet ikke kunne finde partnere at dele finansieringen med. Den bulgarske regering ønsker en større udenlandsk finansiering, og et russisk statsselskab synes at være eneste mulighed for at opnå de ønskede 80 % af finansieringen. Foreløbig er der givet tilsagn om et russisk lån på yderligere 2 mia. euro, så byggeriet kan fortsætte uden forsinkelser.

I mellemtiden er projektet fortsat med forberedende arbejder. Der blev i december 2008 skrevet kontrakt med underleverandører om levering af hovedkomponenter, og en egentlig byggetilladelse forventes medio 2010. Der foreligger dog endnu ikke en endelig afklaring af de finansielle forhold.

Estland

I februar 2009 vedtog regeringen en ny energipolitik, der medfører oprettelse af nukleare tilsynsmyndigheder senest i 2012 og forudsætter opførelse af et kernekraft-anlæg på op til 1000 MWe før 2025.

Hviderusland

Hviderusland planlægger at bygge landets første kernekraftværk ved Ostrovets, tæt ved Litauen, for at mindske landets store afhængighed af russisk naturgas. Værket kommer til at bestå af to AES-2006 enheder, hver på 1200 MWe, men finansieringen af byggeriet kan blive et stort problem. Et nyt kontor under Energiministeriet har fået til opgave at stå for forberedelserne af projektet, medens en nuklear tilsynsmyndighed skal oprettes som en del af Beredskabsministeriet. En atom anlægslov, hvor principperne for godkendelse og tilsyn med kernekraftenheder er beskrevet, blev vedtaget i juni 2008. I december 2008 blev Ostrovetsk i Grodno-regionen valgt som placering for dette værk.

Regeringen indgik i september 2009 en aftale med Atomstroyexport om gennemførelse af en forundersøgelse for værket. VVM-processen er p.t. i gang med bl.a. høring af nabolandene, og forberedelse af byggepladsen blev sat i gang i 2009. Der er opnået tilsagn om et russisk lån på 9 mia. USD, og kontrakten om levering af et nøglefærdigt byggeri forventes indgået i løbet af 2010. Første enhed er planlagt i drift i 2016 og den anden i 2018.

Litauen

Begge Ignalina-værkets kernekraftenheder er nu lukket. Den sidste blev standset ved udgangen af 2009. Derved bortfaldt de ca. 30 % af energiforsyningen i Litauen, der kom fra kernekraft.

For ikke at være for afhængig af importeret naturgas og elektricitet fra Rusland overvejes det at bygge en ny kernekraftenhed, men det store problem er finansieringen af denne. Litauen har i et samarbejde med de øvrige baltiske lande og Polen undersøgt behovet for ny kernekrafteffekt. Denne undersøgelse pegede på et behov for en ny kernekraftenhed på 1000–1600 MWe, som kunne opføres nær Ignalina-værket. Det nye kraftværk skal opkaldes efter den nærmeste by, Visaginas. VVM-processen for en eller to nye enheder blev sat i gang i juni 2007 og har været til international høring i nabostaterne i sidste halvdel af 2008. Miljøministeriet godkendte i april 2009, at der kan bygges et kernekraftværk på op til 3600 MWe på stedet. Værket var oprindeligt planlagt til at kunne blive taget i brug i 2015, men på grund af forsinkelser forventes det først at kunne ske i 2020.

Dekommissioneringen af Ignalina-værkets to reaktorer ventes at strække sig over 30 år. Et lager til opbevaring af udbrændt brændsel er under opførelse, og et anlæg til 120 mio. euro til behandling af fast, radioaktivt affald er bestilt hos det tyske firma RWE Nukem. Begge faciliteter finansieres af den internationale støttefond til dekommissionering af Ignalinaværket, der administreres af EBRD. Regeringen har vedtaget at bygge et deponi for lav- og mellemaktivt affald i Stabatiškės umiddelbart syd for kraftværket. VVM-rapporten for deponiet er godkendt, og deponiet forventes at kunne blive taget i drift i 2015.

Polen

Udover samarbejdet med de baltiske lande om en ny kernekraftenhed ved siden af Ignalina-værket, har Polen planer om at opføre et kernekraftværk ved Zornowiec. Der har tidligere været påbegyndt et kernekraftværk på stedet, der var planlagt til at have fire enheder på hver 440 MWe, men dette byggeri blev standset i 1990 og komponenterne solgt. Regeringen har nu udpeget Polska Grupa Energetyczna (PGA) til at stå for opførelsen af de polske kernekraftenheder og har i november 2009 vedtaget en energiplan, der rækker frem til 2030. De polske planer omfatter opførelsen af to kernekraftenheder på i alt ca. 3000 MWe, hvoraf den første skal være i drift i 2020. De nødvendige love ventes vedtaget i 2010, med myndighedsbehandling og forberedende arbejder i 2011-13.

Polen har indgået samarbejdsaftaler med EdF, Areva og GE-Hitachi og arbejder på at få lignede aftaler med andre leverandører.

Rumænien

Rumæniens har to kernekraftenheder, Cernavoda-1 og -2, i drift. De er hver på 655 MWe. Endvidere findes der ved Cernavoda tre delvist færdigbyggede enheder. Færdiggørelsen af Cernavoda-3 og -4 har været i udbud, og der blev i november 2008 indgået en partnerskabsaftale med seks vesteuropæiske selskaber om finansieringen. Efterfølgende er der opstået problemer med at skaffe den rumænske del af finansieringen, så der arbejdes på at finde en løsning. Ifølge den foreløbige tidsplan skal Cernavoda-3 sættes i drift i 2016 og Cernavoda-4 i 2017.

Rumænien har overvejet at færdiggøre Cernavoda-5 i 2020 med egne midler, men planlægger nu i stedet at bygge fire nye enheder i den modsatte ende af landet.

Rusland

Rusland har store planer for udbygning af kernekraft og forventer at tage 19 kernekraftenheder i drift i løbet af de næste 10 år. Den økonomiske krise har imidlertid resulteret i en forsinkelse af udbygningen, og i september 2009 blev der offentliggjort en ny plan for udbygningen. Miljøundersøgelser og byggestart af nye enheder følger indtil videre denne plan uden yderligere forsinkelser.

Rusland er også meget aktiv på eksportmarkedet med flere anlæg under bygning. I Bulgarien har Rusland tilbudt at stå for det meste af finansieringen af Belene-værket, efter at tyske RWE er sprunget fra et tilsagn om at stå for 51 % af finansieringen.

Rusland satser på at få flere ordrer ved også at finansiere værker i andre lande. Sammen med de store eksportmuligheder, der i øjeblikket åbner sig i nuværende og kommende kernekraftlande, vil den russiske kernekraftindustri produktionskapacitet blive udnyttet ganske hårdt.

Der er ikke taget nye enheder i drift i 2009, men lige efter årsskiftet er Volgodonsk-2 (tidligere Rostov-2) gået i prøvedrift. Byggeriet af to kernekraftenheder på Leningrad-II-pladsen og en enhed i Novovoronezh er også sat i gang.

Tidligere igangsatte byggerier af reaktorer af typen VVER-1000 vil blive færdiggjort. Nye reaktorer vil i den nærmeste fremtid være en videreudvikling, af VVER-1000 typen. Disse går under betegnelsen VVER-2006 eller VVER-1200 og har en effekt på 1200 MWe brutto. De første VVER-1200 reaktorer vil sandsynligvis blive opført ved Leningrad, Novovoronezh og Kursk i perioden 2012-2014.

Det er planlagt at færdiggøre formeringsreaktoren Beloyarsk-4 (BN800) på 750 MWe, som vil kunne bruge våbenplutonium som brændsel. Der er også planer om at bygge andre prototyper af formeringsreaktorer i de kommende årtier. Det er således planlagt at opføre en 100 MWe SVBR-enhed med en bly-bismuth-kølet reaktor i 2015. Den skal følges af en bly-kølet 300 MWe BREST reaktor i 2020. Dertil kommer en 150 MWt multi-formåls hurtig formeringsreaktor (MBIR), også i 2020. Der satses 2 mia. USD på udvikling af disse reaktortyper frem til 2020, fortrinsvist finansieret af staten.

Hertil kommer færdiggørelsen af et 70 MWe flydende kernekraftværk, Akademik Lomonosov, der har været ramt af talrige forsinkelser, bl.a. på grund af problemer med finansieringen. Byggeriet er overflyttet til et værft ved St. Petersburg og gik i gang i maj 2009. Enheden forventes at være færdigbygget i 2012, hvorefter den skal sejles til Vilyuchinsk på Kamchatka-halvøen ved Stillehavet. Der er planer om at bygge yderligere syv sådanne enheder. Disse vil blive anvendt i det arktiske Rusland og forventes også eksporteret til lande i Sydøstasien. Et isbrydende skib med en kernekraftenhed, Sevmorput, er p.t. under ombygning til boreskib.

Der er udviklet en ny reaktortype på basis af VVER-1000 serien. Det er en 300 MWe BWR enhed med typebetegnelsen VK-300, der kan anvendes på steder, hvor elnettet ikke tillader tilslutning af de større reaktorenheder. Parallelt hermed udvikler man på basis af både skibsreaktorer og normale VVER-typer en 300 MWe trykvandsreaktor med typebetegnelsen VBER-300 til brug i fjerne egne i det nordlige og østlige Rusland, hvor det elektriske net er svagt og el-behovet lille.

Slovakiet

Færdiggørelsen af Mochovce-3 og -4 enhederne, hver på 420 MWe, fortsætter. De planlægges i drift i november 2012 og juni 2013. Der blev skrevet kontrakt med Skoda i juni 2009 om levering af hovedkomponenter til enhederne. Derudover skal effekten på Mochovce-1 og -2 samt Bohunice-3 og -4 øges med i alt 240 MWe.

Der blev i maj 2009 indgået en joint venture aftale med det tjekkiske CEZ om at bygge en ny 1000-1600 MWe kernekraftenhed i Bohunice, formentlig med en teknologi, der tillader brug af MOX-brændsel, for på denne måde at muliggøre genanvendelse af fissilt materiale i det brugte brændsel.

Den slovakiske regering overvejer at bygge en ny kernekraftenhed ved Kecerovce som afløser for Bohunice-3 og -4, der ventes taget ud af drift i 2025.

Slovenien

Regeringen har foreslået, at der i Krsko bygges endnu en kernekraftenhed på cirka 1600 MWe til idrifttagning i 2020. Parlamentet forventes at behandle forslaget i løbet af 2010.

Tjekkiet

Dukanovy-værket har gennemført et renoveringsprojekt, der blev sat i gang i 2001. Efter udskiftning af turbinerne er effekten øget med 4,5 %, og kontroludrustningen er udskiftet for at forlænge levetiden af værket frem til 2025. Temelin-værkets reaktorer gennemgår et lignende moderniseringsprogram for at sikre en levetidsforlængelse frem til 2042. Andre ændringer ventes at medføre en forøgelse af enhedernes effekt til ca. 1000 MWe.

Temelin kernekraftværket har plads til yderligere to kernekraftenheder. CEZ bad i 2008 regeringen om at iværksætte VVM-processen for en sådan udbygning og påbegyndte i 2009 udbudsprocessen. Tre leverandører er blevet prækvalificerede.

CEZ overvejer at bede regeringen om også at iværksætte en VVM-proceduren for en tilsvarende udbygning af Dukanovy-værket.

Tyrkiet

Den tyrkiske regering offentliggjorde i 2006 planer om en kraftig udbygning af landets elforsyning gennem opførelse af kernekraftenheder. Parlamentet har i november 2007 vedtaget den nødvendige rammeloavgivning. Den første reaktor skal bygges i Sinop på Sortehavskysten til idriftsætning i 2012. Andre placeringer kan også komme på tale, og både USA og Rusland har meldt sig som interesserede samarbejdspartnere.

Kun det russiske Atomstroyexport ASE afgav i 2009 et tilbud på at opføre fire AES-2006 kernekraftenheder på hver 1160 MWe, og forhandlingerne herom er endnu ikke afsluttede. Prisen var væsentligt højere end ventet, og efter en dom fra højesteret måtte licitationen annulleres. Planerne er dog ikke opgivet, og forelæggelsen af en ny anlægslov ventes i løbet af 2010.

Ukraine

Ukraine planlægger at bygge op til 22 nye kernekraftenheder over de næste 25 år, men det kniber med finansieringen. Siden 2007 er beslutningsprocessen stort set gået i stå.

Arbejdet med dekommissioneringen af Tjernobyl-værket fortsætter. To internationale fonde, administreret af EBRD, vil betale størstedelen af udgifterne til dekommissioneringen. Sarkofagen omkring den ulykkesramte Tjernobyl-4 enhed er blevet forstærket for at mindske risikoen for sammenstyrtning. Der er skrevet kontrakt med et konsortium ledet af det franske firma Vinci om at bygge en ny indeslutning, der planlægges at stå færdig i 2012. Indeslutningen vil bestå af en halvbueformet overdækning, der vil blive bygget ved siden af sarkofagen og derefter rullet hen over denne. Indeslutningen vil koste ca. 1 mia. USD.

Ungarn

Parlamentet har godkendt, at der gennemføres en VVM-proces for op til 6000 MWe ny produktionskapacitet i form af kernekraftenheder. Prækvalifikation af leverandører til to nye kernekraftenheder ved det eksisterende kraftværk i Paks er i gang, men finansieringen er ikke på plads endnu.

Ungarn har igangsat byggeriet af et deponi for lav- og mellemaktivt affald i Bataapati-området i Sydungarn. Selve affaldet lagres i en dybde af 200-250 m i en granitformation. Deponiet vil få en kapacitet på 40.000 m³ og koste 150 mio. Euro. Det vil blive bygget og drevet af det statslige affaldsselskab Puram og skal være klar til brug i 2010. Befolkningen i området har med stort flertal godkendt placeringen ved en folkeafstemning. Der er desuden sat undersøgelser i gang af mulighederne for at etablere et dybtliggende deponi for højaktivt affald i Buda-området i den sydvestlige del af landet.

Nordamerika

USA og Canada har tilsammen 122 kernekraftenheder, der dækker ca. 19 % af elforbruget. Mexico har et enkelt kernekraftværk med to enheder, der dækker 4 % af landets elforbrug.

Canada

De canadiske kernekraftværker ligger alle i den østlige del af landet: De to store værker, Bruce og Pickering med hver seks enheder i drift, samt Darlington med fire enheder ligger i Ontario. Quebec og New Brunswick har hver en enkelt enhed, henholdsvis Gentilly og Point Lepreau, i drift. Alle enhederne er CANDU-enheder, forsynet med reaktorer, der er udviklet af det canadiske AECL.

To af de oprindelig otte enheder i Pickeringværket er lukket ned, og flere af enhederne ved Bruce-værket har været lukket ned, men er blevet renoveret igennem de senere år. Bruce-1 og -2 enhederne, der har været ude af drift siden henholdsvis 1997 og 1995, undergår større renoveringsarbejder og får herved forøget levetiden med 25 år. De forventes igen taget i drift i 2011. Point Lepreau- og Gentilly-enhederne undergår ligeledes renoveringsarbejder, der sigter på at forlænge deres levetid med 25-30 år, så de kan fortsætte driften til ca. 2040.

I Ontario har Bruce Power haft planer om at udvide Bruce værket med fire nye enheder og at opføre en ny enhed ved Nanticoke i det sydlige Ontario. Men selskabet har trukket ansøgningen om opførelsen af de fire nye enheder ved Bruce-værket tilbage, og selskabet vil i stedet koncentrere sig om at renovere de eksisterende enheder. Planerne om opførelsen af et nyt kernekraftværk ved Nanticoke er opgivet med henvisning til Ontarios faldende energiforbrug, som bl.a. skyldes afmatning i industrisektoren.

Parallelt hermed har provinsregeringen i Ontario besluttet at stoppe planer for opførelsen af to kernekraftenheder ved Darlington værket, der skulle have erstattet de ældre enheder. Beslutningen blev taget efter at Areva, AECL og Westinghouse havde indgivet bud på opførelsen af de to enheder, men hvor kun budet fra AECL levede op til myndighedernes krav. AECL, der er ejet af den canadiske stat, står over for en hel eller delvis privatisering.

I to andre delstater er der stadigvæk planer om at opføre nye kernekraftenheder. Ved Peace River i det nordlige Alberta overvejer Bruce Power Alberta at opføre et værk på 2200 MWe, og i Saskatchewan en enhed på 1100 MWe. Ingen af disse planer er imidlertid lige så fremskredne, som planerne var det i Ontario.

Canada har nogle af verdens største reserver af uran og en betydelig minedrift. Den største mine, Cigar Lake, har været taget ud af drift, siden minen blev delvist oversvømmet i 2006. Arbejdet med at gøre minen klar til fornyet brydning af uran er forsinket, og minen ventes derfor først at blive taget i brug igen i 2011.

Forskningsreaktoren ved Chalk River blev lukket ned i maj 2009, da det blev opdaget, at reaktoren havde en lækage af tungt vand, hvorved små mængder radioaktivt tritium blev ledt ud til omgivelserne. Chalk River reaktoren anvendes til produktion af radioaktive isotoper, og produktionen dækker over halvdelen af verdens behov for medicinske isotoper. Nedlukningen af reaktoren har derfor ført til en global mangel på medicinske isotoper, som først forventes afhjulpet, når reaktoren kan tages i drift igen i begyndelsen af 2010.

USA

USA har 65 kernekraftværker med i alt 104 enheder i drift, og en enkelt enhed, Watts Bar-2, er under opførelse. De fleste af værkerne ligger i den østlige og sydlige del af USA. Den samlede installerede kapacitet er på ca. 100 GWe, og kernekraft udgør ca. 20 % af el-produktionen.

Den største udbygning af kernekraft fandt sted i 70'erne og i 80'erne, men mange af værkerne var i begyndelsen karakteriseret ved en dårlig økonomi på grund af overkapacitet og en dårlig udnyttelse af kapaciteten. Efter ulykken på Three Mile Island værket i Pennsylvania i 1979 blev der ikke bestilt nye værker, og de amerikanske kernekraftenheder er derfor i dag forholdsvis gamle. Enhederne har haft en oprindelig driftstilladelse på 40 år, men i de senere år har mange af enhederne fået forlænget deres driftstilladelse med 20 år, og de fleste af USA's kernekraftværker påregnes at kunne fortsætte driften til i alt 60 års levetid.

Med USA's Energy Policy Act 2005 blev der igen ydet politisk støtte til opførelse af kernekraftværker, og i dag er der tale om en begyndende renæssance for kernekraft. Den politiske støtte er udmøntet i lånetilsagn ved opførelsen af nye enheder baseret på tredje-generations reaktorer, skattelettelser for CO₂-fri el-produktion, samt en forsikring mod at myndighedsbehandlingen af ansøgninger om at opføre nye værker ikke bliver unødigt forsinket. Samtidig hermed er myndighedsbehandlingen blevet forenklet med mulighed for typegodkendelse af nye reaktorer og for udstedelse af kombinerede bygge- og drifts-tilladelser (COL) for nye enheder.

To tredje-generations reaktortyper er blevet godkendt i USA: GE-Hitachi's ABWR enhed på 1300-1500 MWe, samt Westinghouse's AP1000 enhed. ABWR-enheden er allerede i drift i Japan, og flere enheder er under opførelse i Japan og Taiwan. AP1000 enheden på 1100 MWe blev som den første Generation III reaktor godkendt i 2006, men designet er senere blevet ændret og skal derfor godkendes igen. Ud over disse to reaktortyper har GE-Hitachi ansøgt om godkendelse af ESBWR-enheden (1500 MWe), der er en videreudvikling af ABWR-enheden med flere passive sikkerhedssystemer. Areva har søgt om godkendelse af en amerikansk version af EPR enheden (USEPR, 1600 MWe), der er under opførelse i Finland, Frankrig og i Kina. Mitsubishi har søgt om godkendelse af sin 1700 MWe USAPWR enhed. De tre reaktortyper forventes at blive godkendt i løbet af 2011-12.

Siden 2007 er der indsendt 18 ansøgninger om opførelse af i alt 27 nye kernekraftenheder, heraf en enkelt ansøgning fra 2009 om opførelsen af to AP1000 enheder på i alt 2200 MWe ved Turkey Point i Florida. AmerenUE's ansøgning om at opføre en USEPR enhed ved Callaway i Missouri blev trukket tilbage i 2009.

Fem ansøgninger for i alt ni enheder har enten fået eller påregnes at modtage lånetilsagn: South Texas Project (to 1350 MWe ABWR-enheder), Vogtle i Georgia (to AP1000 enheder), Virgil C. Summer i South Carolina (to AP1000 enheder), Calvert Cliffs i Maryland (en USEPR enhed) samt Levy County i Florida (to AP1000 enheder). I alle tilfælde er lånetilsagnene afhængige af, at enhederne opnår bygge- og driftstilladelse. De ni enheder har en samlet kapacitet på 11.000 MWe, og såfremt de godkendes af myndighederne, kan enhederne blive sat i drift i perioden 2016-2019.

De resterende 12 ansøgninger vedrører opførelsen af 17 enheder, med en samlet installeret kapacitet på 24.000 MWe. En enkelt af ansøgningerne er ændret til en ansøgning om godkendelse af en reaktorbyggeplads (ESP), hvor det ikke er besluttet, hvilken reaktortype, der skal bygges. Ud over disse ansøgninger forventes det, at der i de kommende år bliver indsendt endnu fire ansøgninger om opførelse af i alt seks enheder.

I 2009 blev planerne om et slutdeponi for højaktivt affald i Yucca Mountain i Nevada skrinlagt, og DOE's ansøgning om bygge slutdeponiet vil blive trukket tilbage. Yucca Mountain projektet har i mange år været genstand for stor modstand fra lokal side, og Præsident Barack Obama besluttede kort efter sin indsættelse i 2009 at stoppe bevillingerne til projektet. Dermed er der ikke nogen umiddelbar løsning i sigte for slutopbevaring af det brugte brændsel, der i dag opbevares midlertidigt ved kernekraftværkerne. Til gengæld er der åbnet op for muligheden for at oparbejde det brugte brændsel med henblik på at udvinde og genbruge uran og

plutonium i brændslet. I modsætning til mange andre lande har oparbejdning af brugt brændsel ikke været en mulighed i USA, som har betragtet det brugte brændsel som affald. USA's kernekraftværker har igennem årene indbetalt en afgift på 0,1 cent/kWh til en "Nuclear Waste Fund", som i dag råder over aktiver på 31 mia. USD.

Asien

I Asien har Armenien, Indien, Japan, Kina, Pakistan, Sydkorea og Taiwan kernekraftværker i drift.

Armenien

Det armenske parlament har vedtaget en lov om bygning af en ny kernekraftenhed, som skal erstatte landets eneste igangværende kernekraftenhed, Metsamor-2. Den nye enhed skal opføres på samme plads, og der er indgået aftale med et australsk firma om assistance ved anskaffelsen af den nye enhed. Samtidig planlægges der sikkerhedsforbedringer på Metsamor-2, en 380 MWe VVER-enhed.

Filippinerne

I Filippinerne overvejes det at idriftsætte den 620 MWe PWR-enhed på Bataan-halvøen, som blev lukket ned i 1986 efter Præsident Marcos fald. Enheden undersøges for tiden af det sydkoreanske firma Kepco, som forventer at afslutte sine undersøgelser i begyndelsen af 2010.

Forenede Arabiske Emirater

De Forenede Arabiske Emirater har ikke kernekraft, men har indgået nukleare samarbejdsaftaler med USA, Frankrig, Storbritannien, Japan og Sydkorea. Der har været tvivl om, hvorvidt den amerikanske kongres ville modsætte sig samarbejdsaftalen med USA, idet De Forenede Arabiske Emirater har været mellemstation for leverancer af komponenter til det iranske berigningsanlæg, men det skete ikke.

Emiraternes energiselskab ENEC har indhentet tilbud på kernekraftenheder fra Areva, GE-Hitachi og det sydkoreanske Kepco, som samarbejder med Westinghouse. De har tilbudt henholdsvis EPR, ABWR og APR-1400 enheder. Kernekraftenhederne forventes at blive opført nær Abu Dhabi. Emiraterne planlægger at bygge 5000 MWe kernekraft som det første trin i indførelsen af kernekraft. Man er samtidig ved at etablere et nukleart tilsyn, i hvilket man i begyndelsen vil ansætte en del udenlandske eksperter.

Emiraterne er medlem af Golf Cooperation Council og vil derfor muligvis samarbejde med SaudiArabien, Bahrain, Oman og Qatar om introduktion af kernekraft.

Indien

Indien er i gang med en meget kraftig ekspansion af sine kernekraftanlæg, dels med egenudviklede kernekraftenheder, dels med importerede enheder. Tidligere kunne Indien ikke importere nuklear teknologi og uran, fordi landet ikke har tilsluttet sig ikke-spredningstraktaten, og fordi Indien ikke ville acceptere IAEA-kontrol af alle sine nukleare anlæg. Men efter at Nuclear Suppliers Group på amerikansk foranledning har accepteret, at Indien kan holde sine militære nukleare anlæg uden for IAEA's kontrol, er der åbnet for import af kernekraftenheder og uran. USA, Frankrig og Rusland har indgået samarbejdsaftaler med Indien, mens Canada forhandler om en sådan. Indien har endvidere indgået en aftale med IAEA om kontrol af landets civile kernekraftanlæg.

Indien planlægger at øge sin kernekrafteffekt fra de nuværende 4.100 MWe til 20.000 MWe i 2020, 63.000 MWe i 2032 og 470.000 MWe i 2050. Derfor

planlægger Indien at købe ca. 40 udenlandske kernekraftenheder. De indiske kernekraftplaner går på længere sigt ud på at benytte tungtvands- og letvandsreaktorer til at producere plutonium. Dette plutonium vil blive brugt som brændsel i hurtige formeringsreaktorer, som vil producere uran-233 ved neutronindfangning i thorium. Uran-233 vil derefter sammen med thorium blive benyttet som brændsel i landets tungtvandsreaktorer.

Nuclear Power Corp. of India Ltd. (Npcil) har indgået aftale med Rusland om levering af yderligere fire nye VVER-enheder til Kudankulam-værket i Sydindien samt brændsel til disse. Rusland er i gang med at opføre to VVER-1000-enheder ved værket. Disse ventes at komme i drift i 2010. Byggeriet af de første to af de fire nye enheder vil starte i 2010. Desuden skal Rusland levere yderligere fire til seks VVER-1000-enheder, der skal opføres ved Haripur i Vestbengalen. Endelig har Rusland indgået kontrakt om levering af 2000 tons UO_2 -piller til brug i de indiske PHWR-enheder.

Areva har indgået en foreløbig aftale med Npcil om levering af op til seks EPR-enheder, der skal opføres ved Jaitapur syd for Mumbai i staten Maharashtra. Aftalen omfatter også levering af brændsel til enhederne i hele deres levetid.

Indien forhandler også om køb af kernekraftenheder fra Westinghouse og GE-Hitachi. Kontrakter om køb af amerikanske kernekraftenheder forudsætter imidlertid, at Indien først får vedtaget en lov om ansvarsfordelingen ved nukleare ulykker, samt at firmaerne får tilladelse til teknologioverførelse fra det amerikanske energiministerium (DOE). Det forventes, at Westinghouse vil levere mindst seks til otte AP-1000 enheder, mens GE-Hitachi vil levere ABWR-enheder. Der er udpeget to pladser til amerikanske reaktorer, en i Andhra Pradesh og en i Gujarat.

Fra indisk side lægges der vægt på, at indiske firmaer i videst muligt omfang inddrages i byggeriet af de importerede enheder.

Npcil opfører også kernekraftenheder af eget design. Npcil har fem 220 MWe PHWR-enheder under opførelse, en ved Kaiga, to ved Kudankulam og to ved Kota i Rajastan. En af disse, Rajastan-5, blev sat i drift i 2009. Desuden planlægges det at opføre otte 700 MWe PHWR-enheder og en 300 MWe avanceret tungtvandsreaktor, alle af indisk design. To 700 MWe PHWR-enheder vil blive opført ved Kakrapar nær Mumbai, to ved Bargi i Madhya Pradesh samt fire ved Kumharia i Haryana.

Indien arbejder også med udvikling af hurtige, natriumkølede reaktorer. Npcil opfører en 500 MWe FBR-enhed ved Kalpakkam i Tamil Nadu. Det er planen, at Indien i 2020 skal have fire hurtigreaktorer i drift, heraf to ved Kalpakkam.

Indien og USA forhandler om overførelse af amerikansk teknologi til oparbejdning af brugt brændsel. Indien vil opføre et anlæg til oparbejdning af det brugte brændsel fra landets civile reaktorer. Dette anlæg skal underkastes IAEA-kontrol.

Et af Indiens førende ingeniørfirmaer, Larsen og Toubro, der blev grundlagt af to danske ingeniører, skal markedsføre ACR-1000 for AECL og AP1000 for Westinghouse i Indien. Firmaet skal også fremstille specielle ståltyper og udføre svære smedeopgaver, f.eks. fremstilling af tryktanke og dampgeneratorer. Det vil ske på en fabrik, der skal opføres i Nordvestindien.

Iran

Afprøvning af Bushehr-reaktorens forskellige systemer er indledt. Det forventes, at enheden, der er på 915 MWe, kommer i drift i marts 2010. Færdiggørelsen af enheden har været udsat for mange forsinkelser. Oprindeligt begyndte det tyske Siemens KWU at bygge reaktoren, men efter Iraks angreb på Iran blev byggeriet indstillet. Da Iran efter krigen ønskede byggeriet genoptaget, afslog Siemens efter henstilling fra amerikansk side at gøre dette. I stedet indgik Iran i 1994 en aftale med det russiske Atomstroyexport om at færdiggøre enheden som en VVER-1000-enhed.

Det første driftsår vil enheden blive drevet som et fælles russisk-iransk foretagende. Efter udtagning fra reaktoren vil det brugte brændsel blive returneret til Rusland.

Iranske bestræbelser på at producere beriget uran er nærmere omtalt i afsnit 3.2.

Israel

Israel er interesseret i at indføre kernekraft i landets el-produktion. Man har forsøgt at købe kernekraftenheder fra Frankrig og Rusland, men da Israel ikke har tilsluttet sig ikke-spredningsaftalen, har dette ikke kunnet lade sig gøre. Da Jordan har planer om at indføre kernekraft, har man fra israelsk side foreslået, at de to lande går sammen om at bygge et kernekraftværk i Jordan.

Japan

Japan er et af de førende lande på kernekraftområdet. Der er tre japanske firmaer, der leverer kernekraftenheder, Toshiba, som også ejer aktiemajoriteten i Westinghouse, Hitachi i samarbejde med General Electric samt Mitsubishi Heavy Industries (MHI). MHI har sammen med det franske Areva dannet et brændselselskab, der vil levere brændselelementer til kernekraftenheder. Desuden er Japan Steel Works et af de få firmaer i verden, der kan fremstille meget store, smedede reaktorkomponenter, f. eks. store reaktortanke. De japanske reaktorfirmaer leverer ikke kun kernekraftenheder til Japan, men eksporterer også sådanne enheder. Toshiba forhandler om levering af to ABWR-enheder til South Texas Project i USA og MHI forhandler med det amerikanske Comanche Peak Power Co. om levering af to 1700 MWe APWR-enheder. Den japanske regering har oprettet Japan Finance Corp., som kan give lån til bygning af japanske kernekraftenheder i udlandet.

I 2007 blev det store kernekraftværk Kashiwazaki-Kariwa med syv enheder ramt af et jordskælv, der var kraftigere end det, enhederne var konstrueret til at kunne modstå. Alligevel medførte jordskælvet kun ubetydelige skader, men det betød, at de syv enheder siden jordskælvet har været nedlukket, dels for at søge efter eventuelle skader, dels fordi myndighederne har indført skærpede sikkerhedskrav over for jordskælv. I 2009 fik Kashiwazaki-Kariwa-6 og -7 som de første enheder tilladelse til at starte op igen.

Hamaoka-værket blev den 11. august 2009 ramt af et jordskælv med en styrke på 6,4 på Richter-skalaen. Værket har fem enheder, men enhed 1 og -2 er lukket ned for at blive dekommissioneret, idet det vil være for dyrt at jordskælvsikre dem. Enhed 3 var, da jordskælvet indtraf, nedlukket p.g.a. eftersyn, mens de sidste to enheder, Hamaoka-4 og -5, lukkede automatisk ned. Der er ikke konstateret skader på værket, og enhed 4 blev startet op igen godt en måned efter skælvet.

Japan har tre nye kernekraftenheder under opførelse, Shimane-3 (1370 MWe), Tomari-3 (870 MWe) og Ohma-1 (1380 MWe).

Monju-enheden, en 250 MWe natriumkølet hurtigreaktor-enhed, som ejes af Japan Atomic Energy Agency (JAEA), blev lukket ned i 1995 kort efter opstarten, da der opstod en læk i natriumkølesystemet. Enheden har været nedlukket siden. Efter en række reparationer og forbedringer ser det nu ud til, at enheden vil blive genstartet i 2010.

Japan opfører et oparbejdningsanlæg for brugt reaktorbrændsel ved Rokkasho i Aomori-prefekturet. Det vil få en kapacitet på 800 tons brændsel pr. år. Færdiggørelsen af anlægget er flere gange blevet udskudt, men er nu nært forestående. Japan Nuclear Fuel Ltd vil i 2010 indlede byggeriet af en fabrik til fremstilling af MOX-brændsel, d.v.s. brændselelementer, der indeholder plutonium, produceret i andre kraftreaktorer. Fabrikken skal placeres ved Rokkasho i Aomori-prefekturet nær Japans oparbejdningsanlæg og skal være færdig i 2015.

Flere japanske kernekraftenheder vil bruge MOX-brændsel. Da dette brændsel endnu ikke kan fremstilles i Japan, leverer det franske Areva MOX-elementerne. Genkai-3

var den første japanske enhed, der i november 2009 kom i drift med MOX-elementer.

Såvel japanske reaktorfirmaer som elskaber har investeret i canadiske mineselskaber. Japan har indgået en samarbejdsaftale med Rusland, der sikrer øgede leveringer af lavt beriget uran. Endvidere omfatter aftalen mulighed for oplagring af russisk, lavt beriget uran i Japan, genberigning af udarmet uran samt uraneftersøgning og -udvinding. Derudover har Toshiba en samarbejdsaftale med russiske Atomenergoprom om reaktordesign og fremstilling af nukleare komponenter. Japan har indgået samarbejdsaftaler med en række lande, bl.a. Kina, for herigennem at øge mulighederne for salg af japanske kernekraftenheder til udlandet.

Jordan

Jordan har indgået nukleare samarbejdsaftaler med Canada, Frankrig, Japan, Kina, Sydkorea og UK. Der er også forhandlinger med USA om samarbejde, men USA kræver, at Jordan skal fraskrive sig retten til at kunne berige uran, noget Jordan, der forbereder egen udvinding af uran, ikke er villig til.

Jordan har valgt et belgisk firma til at hjælpe med at udvælge en plads til at opføre landets første kernekraftværk. Størst interesse har en plads 25 km syd for Aqaba ved Det Røde Hav. Jordan har valgt et australsk firma til at hjælpe med indhentning af tilbud på kernekraftenheder.

Den jordanske atomenergikommission overvejer at benytte mellemstore kernekraftenheder fra enten Areva-Mitsubishi, AECL, det sydkoreanske Kepco eller det russiske Rosatom.

Kazakhstan

Kazakhstan har indgået en nuklear samarbejdsaftale med Canada. Landet har opgivet at få opført en russisk VBER-300 enhed pga. uenighed om rettigheder. Kazakhstan har betydelige uranforekomster og en årsproduktion på ca. 12.000 t uran. Såvel russiske som canadiske mineselskaber deltager sammen med det lokale Kazatomprom i udvindingen af uran. Kazatomprom og Areva har dannet et joint venture om markedsføring af nukleart brændsel i Asien. Samarbejdet kan resultere i byggeriet af en brændselementfabrik i Kazakhstan.

Kina

Kina er i fuld gang med at udbygge landets elforsyning med kernekraftenheder, egenudviklede såvel som importerede. I begyndelsen af 2009 havde man knap 9 GWe kernekraft i drift, men man planlægger med at have 60, måske endda 70 GWe i drift i 2020 og muligvis 100 GWe i 2030. Af de eksisterende enheder er fire leveret fra Frankrig (Framatome), to fra Canada (AECL) og to fra Rusland (Atomstroyexport), mens tre er af kinesisk konstruktion (China National Nuclear Corp., CNNC). Den økonomiske krise ventes ikke at påvirke udbygningen med kernekraft, men kan i stedet mindske udbygningen af kulkraftværker, idet Kina ønsker at reducere kulkraftens andel af el-produktionen.

Westinghouse har fået ordre på fire AP-1000 enheder. To af disse bygges ved Sanmen i Zhejiang provinsen og to ved Haiyang i Shandong provinsen. De ventes at komme i drift mellem 2013 og 2015. Ordren til Westinghouse er betinget af, at al teknologi, på hvilken AP1000 er baseret, skal overføres til Kina, således at man herefter i Kina selv kan bygge AP1000-enheder. De fire enheder bygges i samarbejde med State Nuclear Power Technology Corp.

Areva har fået ordre på to 1750 MWe EPR-enheder, der skal opføres ved Taishan i Guangdong-provinsen. De vil være i drift i 2014 og 2015. Electricity de France har en andel i Taishan-værket på 30 %. Areva vil ikke overføre al EPR-teknologi til Kina, men har dannet et joint venture, Wecan, med China Guangdong Nuclear

Power Holding Co. (Cgnc), som skal levere kernekraftenheder til Kina og muligvis også til udlandet.

Rusland har leveret to VVER-1000 enheder, Tianwan-1 og -2, til Kina. De kom i fuld drift i 2009. Rusland forhandler endvidere om opførelsen af to nye enheder, Tianwang-3 og -4.

Parallelt med importen af kernekraftenheder fra udlandet er man i Kina i gang med at bygge kinesisk designede trykvandsreaktorer. Man startede med at bygge en 310 MWe enhed (Qinshan-1) og derefter to 610 MWe enheder (Qinshan-2 og -3). Herefter er man gået over til at bygge 1000 MWe enheder. Den første af disse er designet af CNNC og betegnes CPR-1000. Den er baseret på erfaringer med de første franske enheder i Kina, og den første CPR-enhed ventes at komme i drift i 2010. Den næste, også designet af CNNC, er CNP-1000, der er en videreudvikling af CPR. Den første CNP-1000 enhed ventes at komme i drift i 2013. State Nuclear Power Technology Co. (Snptc) er gået sammen med Shanghai Nuclear Engineering Research & Design Institute om at designe udgaver af AP1000 med højere effekt. Den første er CAP-1400, som man sigter mod at have i drift i 2017. Den næste er CAP-1700. Disse to enheder er endnu ikke godkendt af de kinesiske myndigheder.

Kina har to 610 MWe enheder og ca. tyve 1000 MWe enheder, alle af kinesisk design, under opførelse, som alle vil kunne være i drift i 2016. Enhederne bliver opført ved kernekraftværker, der næsten udelukkende befinder sig langs den kinesiske Stillehavskyst.

Kina har tre firmaer, der er i stand til at fremstille tunge reaktorkomponenter, nemlig China First Heavy Industries (CFHI), China National Erzhong Co. og Shainghai Electric Heavy Industries Corp (SEC). De vil kunne fremstille syv sæt af reaktortank, dampgeneratorer og trykholder pr. år. Såfremt planlagte investeringer realiseres vil firmaerne fra 2012 kunne producere 15 sæt om året. CFHI har dog haft problemer med at fremstille smedede komponenter af tilstrækkelig kvalitet til Westinghouse's første to AP-1000 enheder, Sanmen-1 og Haiyang-1. Da Sydkorea kan levere komponenterne, vil det imidlertid næppe forsinke projekterne væsentligt.

Ud over trykvandsreaktorer er man i Kina i gang med at udvikle en højtemperaturreaktor (HTR). Man har en HTR-enhed på 10 MW i drift og man har indledt byggeriet af to prototyper ved Shidaowan i Shandong. De to reaktorer vil producere damp til samme turbine. Reaktorerne vil hver have en effekt på 250 MWt, mens den samlede enhed vil have en effekt på 200 MWe.

Den kinesiske regering har indledt en undersøgelse af korruption inden for Kinas ledende nukleare firma, CNNC. Firmaets tidligere præsident er blevet fyret og tiltalt for korruption. Såfremt undersøgelsen finder, at der er udbredt korruption i CNNC, kan det forsinke den nukleare udvikling i Kina.

Libyen

Libyen og USA indgik en samarbejdsaftale om kernekraft, efter at Libyen opgav sine planer om at bygge et berigningsanlæg og udleverede modtagne centrifugekomponenter til USA. Men USA har været tilbageholdende med at iværksætte samarbejdet, bl.a. fordi kongressen ikke har godkendt aftalen. Og uden en sådan godkendelse kan amerikanske virksomheder ikke levere kernekraftkomponenter til Libyen. USA skulle også hjælpe Libyen med at finde nye opgaver til den stab, der tidligere arbejdede med berigningsanlægget. Der er foreslået udvikling af anlæg til afsaltning af havvand baseret på fossilt brændsel, fremstilling af nuklear medicin og renovering af Libyens nukleare forskningscenter ved Tajura, men meget lidt er kommet i gang. Libyen har også indgået nukleare samarbejdsaftaler med Frankrig og Rusland, som har tilbudt at levere kernekraftenheder til Libyen. Men et problem er, at det libyske el-net er for lille til at kunne acceptere de enheder på 1200-1600 MWe, som disse lande kan levere.

Malaysia

Malaysia har indledt nukleart samarbejde med Sydkorea og Japan og forhandler med USA om samarbejde. Et problem er her, at malaysiske firmaer har leveret komponenter til Pakistans berigningsprogram. Malaysia vil i 2010 undersøge mulighederne for indførelse af kernekraft, idet landets olie- og gasreserver snart vil være utilstrækkelige.

Pakistan

Pakistan og Frankrig forhandler om et nukleart samarbejde, der kan resultere i levering af en fransk kernekraftenhed til Pakistan. Et problem er, at Pakistan ikke er tilsluttet ikke-spredningstraktaten og ikke vil lade sine militære nukleare anlæg underkaste IAEA-kontrol. Pakistan har krævet, at landet får en aftale på linie med USA's aftale med Indien, hvorved kontrol af landets kernevåbenanlæg kan undgås, men en sådan aftale har landet ikke hidtil kunnet opnå.

Sydkorea

Det sydkoreanske reaktorfirma Kepco forsøger at gøre sig gældende på eksportmarkedet for kernekraftenheder, bl.a. til Indien, Indonesien, Tyrkiet, Vietnam, Jordan, de Forenede Arabiske Emirater, Chile og Polen, men hidtil uden held. Kepco har det problem, at de i Sydkorea opførte reaktortyper mere eller mindre er baseret på licenser fra Westinghouse, som skal give tilladelse til eksport. Man har dog nu udviklet en ny kernekraftenhed, 1400 MWe APR, som er frigjort af Westinghouse-afhængigheden. De to første APR-enheder, Shin-Kori-3 og -4, er under opførelse og vil komme i drift i 2013 og 2014 og vil derefter kunne bruges til at demonstrere enhedens driftsdygtighed.

Korea Atomic Energy Research Institute vil bygge en prototype på en ny kernekraftenhed, som instituttet har designet, System-integrated Modular Advanced Reactor (SMART), en 330 MWe PWR. Prototypen bliver på 90 MWe.

Korean Hydro & Nuclear Power planlægger at bygge to 1400 MWe APR-enheder ved Shin-Ulchin.

Sydkorea har investeret i et canadisk mineselskab og i det nye franske berigningsanlæg for herigennem at sikre sig fremtidig forsyning af reaktorbrændsel.

Taiwan

Taiwan har seks kernekraftenheder i drift samt to, Lungmen-1 og -2, under opførelse. Byggeriet af disse to enheder er blevet stærkt forsinket, fordi den tidligere regering ville afvikle kernekraft og derfor udskød bevillinger til byggeriet. Der har efterfølgende været problemer mellem leverandøren, General Electric, og Taipower samt med ledelsen af projektet. De to enheder ventes nu i drift i 2011 og 2012. Der har været planer om at bygge op til seks nye enheder, men de er blevet skrinlagt, indtil Lungmen-enhederne er kommet i drift.

Taipower planlægger at levetidsforlænge sine kernekraftenheder. Den 40-årige driftslicens for de to ældste, BWR-enhederne ved Chinshan, udløber i 2018 og 2019.

Thailand

Den økonomiske krise har medført, at Thailands planer om at have fire 1000 MWe kernekraftenheder i drift i 2021 er blevet reduceret, således at man kun planlægger at have to 1000 MWe enheder i drift i 2021.

Vietnam

Det vietnamesiske parlament har godkendt byggeriet af to kernekraftenheder i den sydlige Nunh Thuan-provins. Bygning af den første enhed planlægges at starte i 2014 og at være i drift i 2020. Vietnam samarbejder med Japan om etablering af et

nukleart program for landet. Vietnam har samarbejdsaftaler med såvel Japan, USA, Sydkorea og Frankrig.

Andre lande

I Sydamerika og Afrika er det kun Argentina, Brasilien og Sydafrika, der har kernekraftværker, men et voksende antal lande i disse verdensdele har vist interesse for indførelse af kernekraft.

Argentina

Argentina har indgået aftaler om nukleart samarbejde med Indien og Canada. Alle tre lande er interesserede i tungtvandsreaktorer. Samarbejdsaftalen med Canada omfatter levetidsforlængelse af den argentinske Candu-enhed og udvikling af den avancerede Candu-reaktor ACR-1000.

Argentina har to kernekraftenheder, Atucha-1 fra 1974 og Embalse enheden fra 1983. Derudover er Argentina i gang med at opføre enheden Atucha-2, der forventes at blive sat i drift i 2011. Atucha-1 og -2 enhederne på henholdsvis 330 og 700 MWe er forsynet med tungtvandsreaktorer, der er designet af Siemens. Denne type findes kun i Argentina. Et moderniseringsprogram for Embalse-enheden er ved at blive gennemført i samarbejde med Atomic Energy of Canada Ltd (AECL), så driften af enheden kan forlænges med 25 år.

Det argentinske senat godkendte i 2009 opførelsen af landets fjerde kernekraftenhed, en 740 MWe CANDU-6 enhed, der skal leveres af det canadiske AECL. Enheden kommer sandsynligvis til at blive opført i tilknytning til Atucha-værket, og byggeriet ventes at blive påbegyndt i 2010.

Det planlægges at opføre en prototype af den argentinsk udviklede CAREM enhed i den nordvestlige Formosa provins. CAREM enheden består af en lille og simpel, modulær trykvandsreaktor på 100 MW termisk effekt, der kan benyttes enten til elproduktion (27 MWe), eller til kombineret ferskvands- og elproduktion (8 MWe). Enhedens effekt kan øges til 100 eller 300 MWe, og Argentina håber at kunne eksportere enheden.

Brasilien

Brasilien har en ny kernekraftenhed, Angra-3, under bygning ved landets eneste kernekraftværk, som ligger i nærheden af Rio de Janeiro. Derudover planlægges bygning af fire nye kernekraftenheder, to i landets nordøstlige, underudviklede del og to i den industrielle, sydøstlige del.

Angra-værket består af to enheder, Angra-1 og -2, som tilsammen leverer ca. 3 % af elforsyningen. Det er besluttet at færdigbygge Angra-3 enheden, der blev påbegyndt i 1984, men opførelsen blev afbrudt i 1986, inden det egentlige byggearbejde var begyndt. Angra-3 har fået miljøgodkendelse til byggeriet, men afventer endelige tilladelser fra de nationale og lokale myndigheder. Med en byggestart i 2010 kan enheden på 1200 MWe blive sat i drift ca. 2015.

Brasilien har planer om en væsentlig udbygning af kernekraft i de kommende år. Præsident "Lula" da Silva har foreslået, at Brasilien opfører i alt 50-60.000 MWe kernekraft, hvilket vil betyde en 30-dobling af den nuværende kapacitet og gøre Brasilien til et af de lande, der har det største antal kernekraftenheder. Nær Angra værket i sydøst og i det nordøstlige Brasilien nær Recife er der reserveret plads til at opføre i alt tolv 1000 MWe enheder. Elforsyningsselskabet Eletronuclear planlægger at opføre de to første enheder ved Recife i 2019 og 2021, og to nye enheder ved Angra-værket i 2023 og 2025.

Egypten

Egypten planlægger at bygge to kernekraftenheder, hver på 1200 MWe, ved El Dabaa ved Middelhavskysten og at have dem i drift i 2017 og 2018. De to næste enheder planlægges i drift i 2022. Landet har indgået en kontrakt med et australsk firma om assistance med indførelsen af kernekraft. Det bliver antagelig tale om russiske VVER-1000-enheder, idet Egypten har indgået en samarbejdsaftale med Rusland.

Sydafrika

Det sydafrikanske elselskab Eskom har på grund af den finansielle krise udskudt de planlagte meget store investeringer, der skulle danne grundlag for en kraftig udbygning af landets kernekraft med 3200-3500 MWe inden 2017. Det samme gælder de mere langsigtede planer om bygning af 10-17 nye kernekraftenheder.

Også højtemperatur Pebble Bed Modular Reactor-projektet er løbet ind i finansielle vanskeligheder, og byggeriet af en 165 MWe PBMR-prototype, Demonstration Prototype Plant (DDP), ved Koeberg er udskudt på ubestemt tid. Den vil tidligst være driftsklar i 2021. Projektet håber på at blive lagt ind under el-selskabet Eskom, men det er tvivlsomt, om Eskom vil acceptere dette, idet Eskom selv har økonomiske problemer. Hidtil har PBMR-projektet været baseret på en udløbstemperatur på 950 °C, men man er nu gået ned til 800 °C, og designet er ændret fra en gasturbine til en konventionel damp turbine. De første grafit-brændselskugler, som indeholder det 9,6 % berigede uran, er fremstillet, og de vil blive sendt til Rusland og Holland for at undergå bestrålingsforsøg. Det planlægges at bygge en grafit-brændselskuglefabrik ved Pelindaba nær Pretoria. Byggeriet af denne skulle have været startet i 2010 og være færdig i 2013, men det vil formentlig også blive forsinket. Man har indgået en samarbejdsaftale med Kina, der også arbejder med højtemperaturreaktorer.

Sydafrika arbejder også på at udvikle metoder til berigning af uran, idet man vil foretrække at eksportere beriget uran i stedet for naturligt uran. Man arbejder dels med gascentrifuger, dels med en i Sydafrika udviklet metode, Aerodynamic Separation Process.

2 Udvikling af reaktorer og sikkerhed

2.1 Reaktorudviklingen

I 2001 startede det amerikanske Department of Energy sammen med Frankrig, Japan, Canada, Sydkorea med flere et studium af fremtidens kraftreaktorer. Senere har Rusland og Kina samt andre lande tilsluttet sig studiet, der går under navnet Generation IV International Forum eller GIF.

Der blev til start opstillet en række kriterier for valget af de reaktortyper, som skulle undersøges nærmere. Reaktorerne skulle være økonomiske, de skulle give god udnyttelse af verdens uran- og thoriumressourcer, de skulle have en høj udløbstemperatur, de skulle have forbedret, indbygget sikkerhed, de skulle producere lave mængder af radioaktivt affald, de skulle ikke give anledning til spredning af kernevåben, og de skulle have en levetid på mindst 60 år.

Ud fra 122 forskellige reaktortyper udvalgte seks som de mest lovende, tre reaktorer med hurtige neutroner, to højtemperaturreaktorer og en reaktor kølet med vand ved superkritisk temperatur. I det følgende skal to af disse reaktorer, den natriumkølede hurtigreaktor og den gaskølede højtemperaturreaktor omtales.

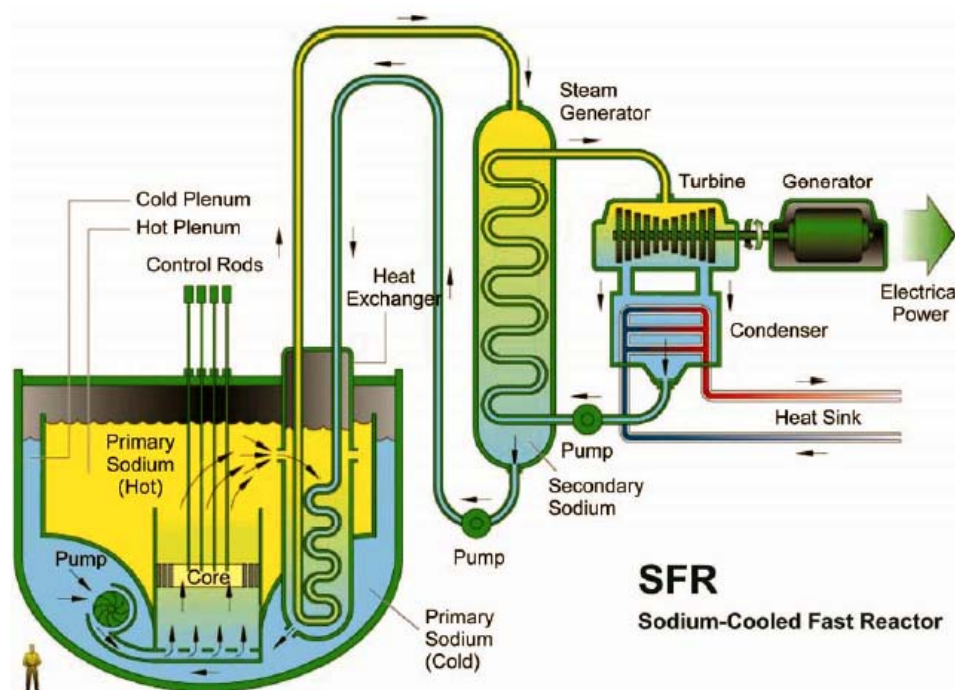
Den natriumkølede hurtigreaktor

Denne reaktor kører på basis af hurtige neutroner, hvorfor den ikke benytter nogen moderator. Som kølemiddel anvendes flydende natrium. I Figur 2.1 er vist en principtegning af en sådan reaktor, som er anbragt i en tank, reaktortanken, fyldt med smeltet natrium. En pumpe pumper natrium ind i bunden af reaktorkernen (core), hvorfra natriumet strømmer op langs brændselsstavene og køler disse samtidig med, at natriumet opvarmes. Herefter går kølestrømmen ned gennem en varmeveksler (heat exchanger), hvor natriumet afgiver sin varme, hvorefter det strømmer tilbage til pumpen. I varmeveksleren overføres den i reaktoren producerede varme til et sekundært natriumkredsløb (secondary sodium), hvis natrium pumpes til en dampgenerator (steam generator). Her får det varme natrium vandet i dampgeneratoren til at koge. Den herved dannede damp sendes til en dampturbine (turbine) som trækker en elektrisk generator, der producerer strøm. Efter at være gennemløbet turbinen føres dampen til kondensatoren, hvor dampen fortættes til vand, der pumpes tilbage til dampgeneratoren.

Den natriumkølede hurtigreaktor har en række gunstige egenskaber. Med denne reaktortype kan verdens uran- og thoriumressourcer bedre udnyttes, hvilket betyder, at denne reaktortype kan sikre verdens el-produktion i mange tusinde år. Den giver også på grund af en høj udløbstemperatur på 500-550 °C en høj udnyttelse af den producerede varme. Da den kan forbrænde al uran og thorium i brændslet, begrænses det radioaktive affald til de ved kernespaltningerne dannede radioaktive fissionsprodukter samt små mængder langlivede transuraner.

Men der er også problemer, der skal løses, ved denne reaktor. Natrium har et smeltepunkt på 98 °C, så natriumkredsløbene skal altid holdes over denne temperatur. Endvidere reagerer natrium voldsomt, hvis det kommer i kontakt med vand. Det er grunden til, at man har mellemkredsløbet mellem reaktor og dampgenerator, således at en korrosionslæk i dampgeneratoren ikke berører reaktoren. Det må sikres, at reaktorkernen udformes på en sådan måde, at reaktoren ikke kan blive ustabil, f. eks. på grund af deformation af brændselselementer, eller p.g.a. lokal kogning i natriumet. Natrium har et kogepunkt på 892 °C. Endelig skal det nævnes, at selv om man i en række lande i en årrække har arbejdet med denne reaktortype, er den endnu ikke økonomisk konkurrencedygtig med letvandsreaktorerne.

En række lande, primært Japan, Frankrig, Rusland, USA, UK, Indien og Sydkorea arbejder med udvikling af denne reaktortype.



Figur 2.1. Natrium kølet hurtigreaktor

Den gaskølede højtemperaturreaktor

I den gaskølede højtemperaturreaktor indeholder brændselselementerne såvel moderatoren (grafit) som brændslet (10 % beriget urandioxid). Elementerne kan have form af grafitkugler eller grafitprismer. De kugleformede elementer har en diameter på 5-6 cm, og de indeholder i midten en cylinder der består af små urandioxidpartikler, der hver er omgivet af et lag tæt grafit. De prismeformede elementer er grafitprismer eller -stænger, der er forsynet med et antal langsgående kanaler. I nogle af kanalerne findes brændslet, også her grafitindkapslede urandioxidpartikler, og i de øvrige kanaler strømmer kølemidlet, helium under højt tryk.

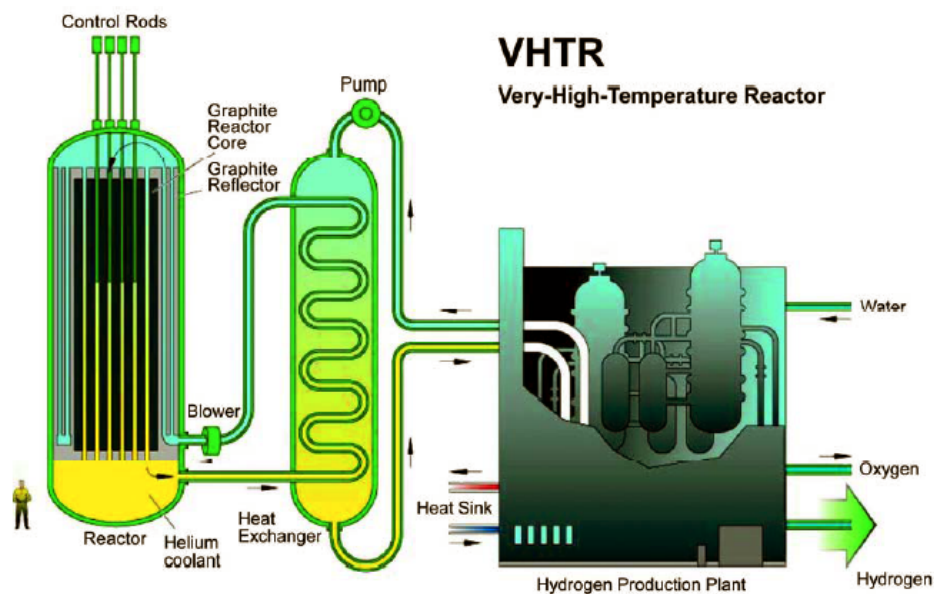
I Figur 2.2 er vist en sådan reaktor, hvor udløbstemperaturen kan gå op til 850-1000 °C, idet såvel grafit som urandioxid kan tåle meget høje temperaturer. I den viste reaktor anvendes prismeformede brændselselementer. Helium sendes ind ved reaktortankens bund, hvorfra det strømmer op gennem grafitreflektoren (Graphite Reflector) langs reaktortankens væg. Ved reaktortoppen drejes kølemiddelstrømmen ned gennem reaktorkernen (Graphite Reactor Core), hvor den opvarmes ved kontakt med grafitten. Ved bunden af reaktortanken strømmer det varme helium ud til en varmeveksler (Heat Exchanger), hvor varmen overføres til et andet kølemiddel, der sendes til en enhed, hvor kølemidlets høje temperatur benyttes til at producere brint og ilt ved spaltning af vand (Hydrogen Production Plant). Reaktoren kan også benyttes til kraftproduktion med en høj virkningsgrad på 50 %.

Reaktormaterialerne kan tåle meget høje temperaturer, og da en uventet temperaturstigning vil bremse kædereaktionen, kan reaktoren ikke løbe løbsk. Det er derfor en meget sikker reaktor.

Den har dog også problemer, der skal løses. Reaktortypen benytter uran med en ganske høj berigning, hvilket belaster økonomien. Det vil formentlig ikke være muligt at udvinde det uforbrugte uran af det udbrændte brændsel, hvorfor udnyttelsen af uranet ikke er god. Al reaktorens grafit udskiftes sammen med uranet, og da grafitten bliver radioaktiv under bestrålingen i reaktoren, bliver mængden af radioaktivt affald stor.

Lande, der arbejder med udvikling af denne reaktortype, er Sydafrika, Kina, Frankrig og USA.

VERY HIGH TEMPERATURE REACTOR (VHTR)



Figur 2.2. Gaskølet højtemperaturreaktor

3 Nuklear sikkerhed

3.1 Sikkerhedsrelaterede hændelser ved kernekraft

INES-systemet (International Nuclear Event Scale) blev udviklet af IAEA og OECD i 1990 med henblik på at kunne informere offentligheden om nukleare hændelser eller ulykker på en konsistent og standardiseret form. Skalaen strækker sig fra niveau 1, som dækker over hændelser med lille sikkerhedsmæssig betydning, til niveau 7, hvor de helt store ulykker indplaceres. Se nærmere om INES i appendiks A.

De af IAEA's medlemslande, der er tilsluttet INES-systemet, er forpligtet til at rapportere hændelser klassificeret på niveau 2 og opefter til IAEA. Hændelser på niveau 1 eller 0, sidstnævnte betegnes som værende under skalaen, skal kun indrapporteres, såfremt disse skønnes at have særlig interesse for andre lande.

Kun hændelser klassificeret på niveau 2 og opefter er refereret i det følgende, med mindre de har haft en særlig interesse. For kraftreaktorernes vedkommende blev der i 2008 kun rapporteret en enkelt INES hændelse på niveau 2 og ingen på højere niveauer. I 2009 forekom der fire hændelser på niveau 2 på verdens kernekraftværker.

Beznau-2 hændelsen den 3. august 2009 i Schweiz, INES-2

Værket Beznau, der består af to PWR-enheder på 380 MWe, er beliggende på en kunstig ø i floden Aar i det nordlige Schweiz, ca. 30 km nordvest for Zurich.



Den 31. juli 2009 var enhed 2 nedlukket for vedligehold. Man skulle bl.a. foretage en tryktest af primærkredsen, hvilket ifølge de tyske sikkerhedsstandarder (KTA) skal foretages hvert 10. år. I den forbindelse skulle to arbejdere montere lamper i hulrummet under reaktortanken for at forberede brugen af et kamera. I dette område passerer flere rør fra reaktortanken, bl.a. rør hvori der ligger indre rør med fluxmonitører til overvågning af kernen. Et andet hold arbejdere gik på samme tid i gang med at trække et af de indre rør ud fra reaktorkernen, hvorved strålingen i hulrummet under reaktortanken steg kraftigt til omkring 1 sievert i timen. De to arbejdere skyndte sig væk og fik derved kun doser på henholdsvis 37,8 mSv og 25,4 mSv, hvilket dog var en overskridelse af de tilladte årlige doser (20 mSv/år). Årsagen til hændelsen var dårlig planlægning, idet de to opgaver ikke burde have fundet sted samtidigt.

Dungeness-B1 hændelsen den 29. juni 2009 i Storbritannien, INES-2

Der er to AGR reaktorenheder i drift på værket Dungeness, som ligger i Kent ved den Engelske Kanal, omkring 20 km sydvest for Dover og 100 km fra London. Et brændselement består i denne reaktortype af 36 brændelsespinde, hver fyldt med små cylindriske piller af svagt beriget urandioxid. Brændselementerne sættes sammen til en større enhed bestående af 8 brændselementer, en såkaldt "stringer". Til denne er knyttet en prop, hvis væsentligste funktion er strålingsafskærmning. En stor maskine til udskiftning af disse stringer enheder kan flyttes rundt oven på reaktoren.

Ved den aktuelle hændelse den 29. juni 2009 sænkede man en prop ned for at låse den fast på en stringer med friske brændselementer. På grund af nogle rester af en gammel gummiforsegling kunne låsemekanismen ikke lukke fuldstændigt. Da der var risiko for, at låsen kunne gå op, stoppede man operationen, og den samlede enhed blev hængende i 3 meters højde. For at afbøde et muligt fald, lagde man polyure-

tanskum under enheden. Dette skulle vise sig at være en fejl, idet skummet kunne fungere som moderator, så et eventuelt fald teoretisk set kunne udløse kritikalitet, dvs. en kædeproces.

Cruas-4 hændelsen den 1. december 2009 i Frankrig, INES-2

Kernekraftværket Cruas, der består af fire trykvandsenheder på 915 MWe, ligger i Sydfrankrig ved floden Rhone nær byen Montélimar omkring 75 km nord for Avignon.

Om natten den 2. og 3. december passerede et kraftigt regnvejr, som fik floden til at stige og føre forskellige plantedele samt andet materiale med sig. Indløbet for kølevand til Cruas-4 enheden blev derved stoppet til, hvorved reaktoren mistede sin mulighed for ekstern køling og lukkede ned. Cruas-4 er den af de fire enheder, der ligger længst oppe ad floden, og indløbet hertil er derfor mest udsat for tilstopning. EDF, der driver dette værk, aktiverede straks beredskabet på værket.

Det er vigtigt, at kernen køles, så der ikke akkumuleres varme i reaktorens systemer, og der skal til stadighed være mulighed for tilstrækkelig køling. Ekstern køling kan imidlertid undværes i en kort periode.

Køling med vand fra floden blev hurtigt genetableret og beredskabet ophævet. Køling af reaktorkernen var under denne hændelse tilstrækkelig, men sikkerheden for at kunne køle kernen var nedsat. Efterfølgende er flere tiltag mod tilstopning af indløbet igangsat og bedre overvågning af status for begyndende tilstopning af kølevandsindtag fra floden etableret.

Paks-4 hændelsen den 4. maj 2009 i Ungarn, INES-2

Værket Paks, der består af fire PWR enheder på 470 MWe, er beliggende i det centrale Ungarn ved floden Danube, omkring 5 km syd for byen Paks.

Under en nedlukning, hvor der bl.a. skulle udskiftes brændsel, skulle en neutrondetektor ifølge arbejdsplanerne transporteres ud på et lager for højaktivt affald. Denne operation blev igangsat den 4. maj 2009. Mens detektoren blev transporteret gennem et arbejdsområde i reaktorhallen, knækkede stålwiren, der holdt detektoren, som faldt 4 m ned og blev beskadiget. Herved øgedes strålingsniveauet, som blev målt til over 50 mSv/h i en meters afstand fra detektoren. Området blev øjeblikkeligt afspærret, og ingen fik doser over den tilladte grænseværdi.

3.2 Internationale forhold og konflikter

Indien

Efter at Nuclear Suppliers Group har accepteret, at Indien kan holde alle sine militære, nukleare anlæg uden for IAEAs kontrol, er der åbnet for import af uran fra udlandet. I Canada er der betænkelighed ved at levere naturligt uran til Indien, idet det vil gøre det muligt for Indien at reservere landets egne, begrænsede uranforekomster til kernevåbenproduktion og herigennem øge produktionen af kernevåben.

Iran

Iran har fortsat med at udbygge sin berigningskapacitet ved berigningsanlægget i Natanz. I marts 2008 var der knap 4000 centrifuger i drift, mens knap 1500 centrifuger var ved at blive gjort driftsklar. Det er planen at udvide anlægget til at omfatte mindst ca. 44.000 centrifuger. I november 2009 var antallet af centrifuger i drift uændret, men antallet af centrifuger, der var ved at blive gjort driftsklar, var nu knap 2000. Der var indført godt 20 tons naturligt UF₆ i anlægget og produceret ca. 1,8 tons lavt beriget (3,5 %) UF₆. Alle hidtil installerede centrifuger er af type IR-1,

men der arbejdes også med udvikling af forbedrede centrifuger, IR-2 og IR-3. Berigningsanlægget i Natanz er under IAEA-kontrol.

I september 2009 meddelte Iran IAEA, at man i Fordow, 20 km fra byen Qom, var begyndt at bygge et nyt berigningsanlæg til produktion af lavt beriget uran. Anlægget er planlagt til at rumme ca. 3000 IR-1 centrifuger, men senere kan forbedrede centrifuger blive anvendt. Der er endnu ikke opstillet centrifuger i anlægget. IAEA-inspektører har besøgt Fordow-anlægget. Fra Irans side har man ikke lagt skjul på, at baggrunden for bygning af Fordow-anlægget er ønsket om at sprede landets berigningsanlæg, således at det vil være vanskeligere at ødelægge dem alle ved udefra kommende, væbnede angreb. Der har senest været iranske medierapporter om, at Iran planlægger at opføre 10 til 20 nye berigningsanlæg.

IAEA har inspiceret det anlæg, hvor Iran fremstiller UF₆ til berigningsanlæggene. Siden marts 2004 har det fremstillet 366 tons UF₆ med naturligt uran.

Iran er igang med at opføre en forsøgsreaktor, IR-40, med tungt vand som moderator og naturligt urandioxid som brændsel. IAEA's inspektører besøgte reaktoren i august 2009. Det blev under besøget oplyst, at reaktortanken vil blive installeret i 2011. Iran har været tilbageholdende med at give IAEA detaljerede oplysninger om reaktorens brændsel og dets håndtering. IAEA har heller ikke haft adgang til det anlæg, der producerer det tunge vand, da et sådant ifølge Iran ikke hører ind under kontrolaftalen med IAEA. IAEA har inspiceret den fabrik i Esfahan, hvor brændselelementerne til IR-40 skal fremstilles.

IAEA har anmodet om og har fået foreløbige designinformationer om et kernekraftværk, som Iran har planer om at bygge ved Darkhovin. Der er tale om en 360 MWe trykvandsreaktorenhed.

Der har været rejst forskellige spørgsmål relateret til en mulig, hemmeligholdt iransk udvikling af kernevåben. IAEA har rejst forskellige spørgsmål med relation til en eventuelt hemmeligholdt iransk udvikling af kernevåben. Nogle af disse spørgsmål har vis sig ubegrundede, mens andre endnu er uafklarede. Der er her tale om følgende forhold: Iran har udført forsøg med flere, samtidige eksplosioner, noget der kan have relevans for udvikling af kernevåben, men Iran hævder, at sprængningerne havde fredelige formål. Der er fremkommet et dokument, som har relation til fremstilling af metallisk uran, hvilket er af relevans for kernevåben såvel som for andre anvendelser. Det er blevet hævdet, at Iran arbejder med fremstilling af raketspidser, som har relevans for kernevåben. Endelig er der fra FN-medlemslande fremkommet dokumenter, der synes at vise, at Iran arbejder med kernevåbenudvikling. Iran hævder, at der er tale om forfalskninger. En svaghed for IAEA er, at de lande, som har stillet dokumenterne til rådighed for IAEA, ikke vil acceptere, at kopier af disse udleveres til Iran.

Der har gennem tre år været forhandlinger mellem Iran og FN's Sikkerhedsråds fem permanente medlemslande samt Tyskland (P5+1-landene), men der er ikke hidtil kommet noget resultat ud af disse. IAEA har været fremme med et forslag om, at Iran leverer en stor del af sit nuværende lager af lavt beriget uran til Rusland, som derefter skal øge berigningen til knap 20 %. Dette uran skal derefter leveres til Frankrig, som fremstiller nye brændselelementer til forsøgsreaktoren i Teheran, som benyttes til fremstilling af radioisotoper til medicinske formål. Iran er fremkommet med ændringsforslag til aftalen, som næppe er acceptable for P5+1-landene.

I 2003 accepterede Iran, at IAEA's kontrol skulle foregå efter den såkaldte modificerede Code 3.1, som indebærer, at IAEA, så snart beslutning om bygning af nye nukleare anlæg er taget, skal have tilsendt alle tekniske oplysninger om de nye anlæg. Da IAEAs Board of Governor efterfølgende vedtog at sende Iran-sagen videre til FN's Sikkerhedsråd, besluttede Iran at begrænse sig til den med ikke-spredningstraktaten følgende IAEA-kontrol, som først kræver oplysninger om nye,

nukleare anlæg 180 dage, før der introduceres uran i anlæggene. Iran anfører, at dets accept af Code 3.1 i 2003 var frivillig, og at landet derfor har ret til at trække sin accept tilbage.

Nordkorea

I begyndelsen af april foretog Nordkorea trods udenlandske protester affyring af en ny, langtrækkende raket, Unha-2 missilet, med hvilken der i følge Nordkorea blev sat en satellit i kredsløb. De fleste lande tror ikke på dette, men mener, at der var tale om afprøvning af en raket, der kan nå Alaska. FN's Sikkerhedsråd fordømte opsendelsen.

D. 15/4 udviste Nordkorea IAEA's inspektører fra landet og meddelte, at man ville genstarte landets 5 MWe produktionsreaktor, der er blevet brugt til fremstilling af våbenplutonium, og man begyndte igen at udvinde plutonium af udbrændt brændsel. Dette var et brud på de aftaler, som Nordkorea indgik i 2006 og 2007 om indstilling af landets kernevåbenprogram. Samtidig meddelte Nordkorea, at landet trak sig ud af seks-landeforhandlingerne (Nordkorea, Kina, Rusland, Sydkorea, USA og Japan) om den koreanske halvø som en kernevåbenfri zone. D. 25/5 foretog Nordkorea sin anden, underjordiske prøvesprængning af et kernevåben. Sprængstyrken af våbnet var på op til 10-20 kiloton, væsentlig større end landets første prøvesprængning i oktober 2006, der var på under 1 kiloton. Prøvesprængningen blev fordømt af FN's Sikkerhedsråd.

I begyndelsen af august aflagde den tidligere amerikanske præsident Bill Clinton et besøg i Nordkorea, men uden at der skete noget på kernevåbenområdet.

I begyndelsen af september meddelte Nordkorea, at man havde gennemført succesfulde forsøg med fremstilling af beriget uran, og at en produktion snart kan forventes.

I oktober meddelte Nordkorea, at man var parat til at genoptage seks-landeforhandlingerne, forudsat, at man fik direkte forhandlinger med USA. I december var der en direkte kontakt mellem Nordkorea og USA, men der kom intet konkret ud af den. Og i begyndelsen af januar 2010 forlangte Nordkorea, at alle sanktioner mod landet skulle ophæves, før det ville genoptage seks-landeforhandlingerne.

Pakistan

Efter fem års husarrest har Abdul Qadeer Khan, der forestod byggeriet af Pakistans anlæg til fremstilling af højt beriget uran til landets kernevåben og salget af berigningsteknologi til Libyen, Iran og Nordkorea, fået sin fulde bevægelsesfrihed tilbage.

Syrien

Der foreligger ikke afgørende nyt om formålet med det anlæg ved Dair Alzour, som israelske bombefly ødelagde ved et angreb i 2007. IAEA har i prøver fra anlægget fundet partikler af naturligt uran, der har gennemgået kemisk behandling. Fra syrisk side anføres, at uranet må have været indeholdt i de anvendte israelske våben, noget Israel benægter. IAEA ønsker at få adgang til det sted, hvor resterne af det ødelagte anlæg er oplagret, men det har Syrien afslået, idet det anføres, at anlægget var et militært, ikke-nukleart anlæg, som IAEA ikke har ret til at inspicere. IAEA har også bedt om nærmere oplysninger om det kølevandsanlæg, der ligger i nærheden af den bombede bygning, information Syrien ikke hidtil er fremkommet med.

Sikring mod spredning af kernevåben

Det internationale atomenergiagentur IAEA er involveret i oprettelse af en brændselsbank, som skal råde over lagre af lavt beriget uran. Formålet med denne er at sikre, at lande med kernekraftenheder ikke af politiske grunde risikerer at blive

afskåret fra nødvendig forsyning med lavt beriget uran. Samtidig betyder en sådan ordning, at lande med kernekraft ikke behøver at bygge berigningsanlæg eller oparbejdningsanlæg for at sikre brændselsforsyningen. Dette vil modarbejde spredning af kernevåben. Rusland har tilbudt at oprette en afdeling af brændselsbanken med et lager på 120 tons lavt beriget uran ved Angarsk nær Irkutsk i Sibirien. Rusland vil dække alle udgifter til banken, inklusive transporten til St. Petersborg, hvor uranet overdrages til IAEA til markedspris. Kazakhstan har også tilbudt, at der oprettes en afdeling af brændselsbanken i landet. En række lande har tilbudt at bidrage til finansiering af den internationale brændselsbank. Tyskland har fremsat et alternativt forslag, ifølge hvilket interesserede lande opfører et berigningsanlæg under international ledelse. Brasilien og Sydafrika, der begge har små berigningsanlæg, er betænkelige ved forslagene, idet de frygter, at de vil begrænse deres muligheder på brændselskredsløbsområdet.

3.3 Det europæiske sikkerhedsdirektiv

Den 25. juni 2009 var en historisk dag for EU's behandling af nuklear sikkerhed. Denne dag blev Rådets direktiv 2009/71/EURATOM vedtaget. Direktivet, der er udstedt i medfør af EURATOM-traktaten, fastsætter EU-rammebestemmelser for atomanlægs nukleare sikkerhed og supplerer dermed EU's grundlæggende sikkerhedsnormer til beskyttelse af befolkningens og arbejdstagernes sundhed mod de farer, som er forbundet med ioniserende stråling. Direktivet åbner mulighed for, at EU for første gang kan få indflydelse på nukleare anlægs sikkerhedsmæssige konstruktion. Direktivets bestemmelser skal være implementeret i de enkelte medlemsstaters lovgivning senest 22. juli 2011.

Der er næppe nogen nuklear sikkerhedsmyndighed eller anlægsindehaver inden for den europæiske union, som ikke er interesseret i fortsat forbedring af sikkerheden, men frygten for at et direktiv skulle kunne tvinge medlemslandene til at indføre fælles bestemmelser alene for harmoniseringens skyld, og med risiko for at skade sikkerheden, har været en bremse for direktivets indførelse.

Et argument mod at indføre egne sikkerhedskrav i EU har f.eks. været, at der i internationalt regi allerede var udviklet et system af sikkerhedsmæssige retningslinjer, der var bredt internationalt anerkendt. Det var derfor frygtet, at indførelse af særskilte sikkerhedskrav i EU kunne skabe forvirring. Denne frygt, og frygten for at indføre et overflødigt bureaukratisk system, har i høj grad påvirket udformningen af direktivet.

Nuklear sikkerhed var, og er fortsat, de enkelte medlemsstaters ansvarsområde, men nu underlagt nogle overordnede EU bestemmelser.

Tjernobylulykken

Nuklear sikkerhed er et internationalt anliggende. Dette var en uomtvistelig lære af Tjernobyl-ulykken i 1986, hvor radioaktivt materiale fra kernekraftværket i Ukraine blev spredt ud over store dele af Europa. Det var derfor helt naturligt og nødvendigt, at verdenssamfundet i lyset af ulykken intensiverede arbejdet med at udvikle sikkerhedsstandarder og med at forbedre de tekniske og organisatoriske systemer på eksisterende kernekraftværker, særligt i Østeuropa. EU og flere europæiske lande spillede en fremtrædende rolle i dette arbejde, ikke mindst på baggrund af, at Europa var den verdensdel, der blev mest omfattende berørt af ulykken.

Internationale sikkerhedsstandarder

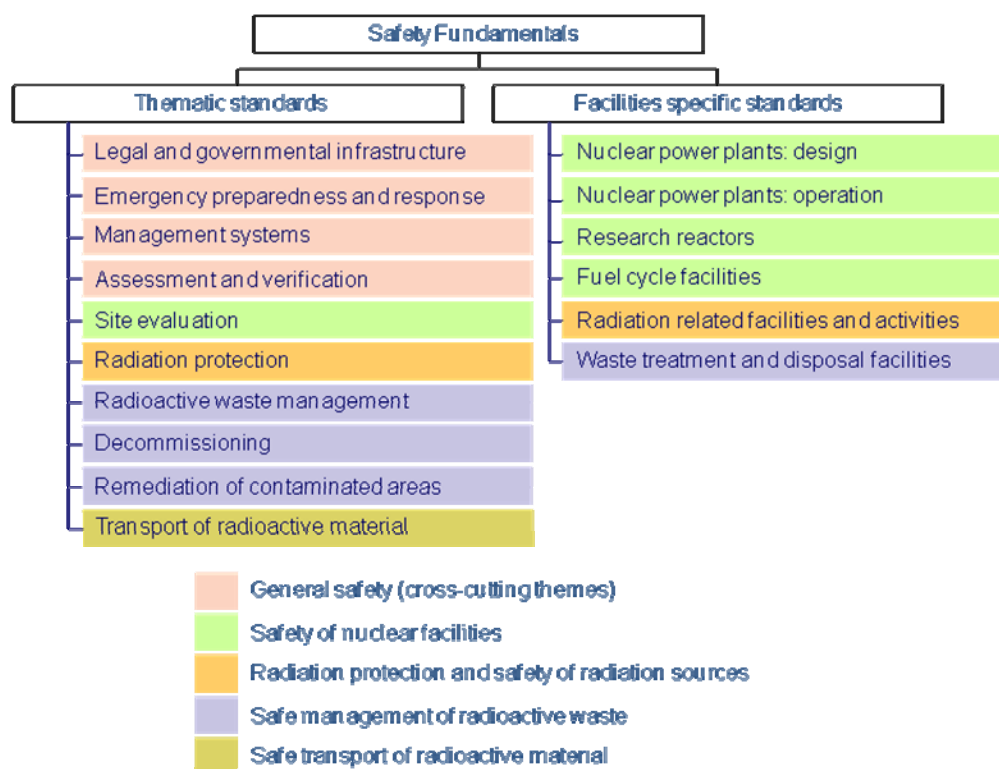
Arbejdet med sikkerhedsstandarder koordineres på verdensplan af det internationale atomenergiagentur, IAEA. IAEA koordinerer endvidere udsendelsen af en række forskellige undersøgelsesmissioner til medlemslandene med henblik på at forbedre

sikkerheden på konkrete anlæg og sikkerhedsbehandlingen i organisationer og myndigheder.

IAEA's sikkerhedsstandarder, der bl.a. støttes af EU, udgør et omfattende sæt af anbefalinger og retningslinjer, der beskriver alle delelementer, som indgår i driften af et lands nukleare program, fra fundamentale overordnede sikkerhedsprincipper til god praksis. Det tilstræbes at beskrive de overordnede fundamentale sikkerhedsprincipper i et sprog, der også er forståeligt for ikke-specialister. Disse principper dækker brede områder som ansvaret for sikkerheden, myndighedernes ansvar, ledelse og forvaltning af sikkerhed, begrundelse for og retfærdiggørelse af anlæg og aktiviteter, optimering af beskyttelsesforanstaltninger, begrænsning af risikoen for det enkelte individ, beskyttelse af nuværende og fremtidige generationer, forebyggelse af ulykker, beredskab mod og bekæmpelse af ulykker, samt forebyggende foranstaltninger for at begrænse risikoen ved resterende og uregulerede strålingsrisici.

De overordnede sikkerhedsprincipper, der har bred international opbakning, danner baggrund for opstilling af krav og metoder for beskyttelse af mennesker og miljø mod strålingsrisici samt krav til sikkerheden af anlæg og aktiviteter, der indebærer en sådan risiko. De overordnede sikkerhedsprincipper danner rammen for IAEA's samlede sikkerhedsprogram. Dette program, der har indgået i organisationens arbejde lige siden IAEA's tilblivelse, bliver mere og mere modent og udtømmende og udgør nu et komplet sæt af retningslinjer, der kan danne basis for den nukleare sikkerhed i de enkelte lande.

IAEA's sikkerhedsprogram omfatter placering, design, udførelse, drift, finansielle og tekniske/organisatoriske ressourcer, sikkerhedsanalyser og sikkerhedsverifikation, kvalitetssikring og beredskab. Programmet kan sammenfattes i følgende diagram:



Ud over de teoretiske beskrivelser af krav og retningslinjer for god sikkerhedsforvaltning varetager IAEA et omfattende program for udsendelse af eksperter til medlemslandene med henblik på at analysere og vejlede

medlemslandene i deres bestræbelser på at opnå en høj sikkerhed. Udsendelsen af internationale eksperthold til medlemslandene sker på mange niveauer og omfatter både organisatoriske forhold og konkrete tekniske problemstillinger.

Den nukleare sikkerhedskonvention

Et af de initiativer, der blev iværksat på baggrund af Tjernobyl-ulykken, var etableringen af den internationale nukleare sikkerhedskonvention. Det skete på initiativ af daværende generaldirektør Lars Høgberg, der var chef for den svenske nukleare sikkerhedsmyndighed SKI. Også Frankrig spillede en væsentlig rolle i udformningen af konventionen, der blev vedtaget 17. juni 1994 ved en diplomatisk konference i Wien. Konventionen trådte i kraft 24. oktober 1996, efter at 21 lande, heraf mindst 17 kernekraftlande, havde tiltrådt aftalen. I dag har 65 medlemmer tilsluttet sig konventionen, bl.a. alle de 30 lande, der har kernekraft. Danmark underskrev konventionen 20. september 1994, og den trådte i kraft for Danmark 11. februar 1999.

Formålet med sikkerhedskonventionen er at forpligte de stater, som har kernekraft, til at opretholde et højt sikkerhedsniveau. Konventionen bygger på IAEA's sikkerhedsprogram. Konventionen virker ved at motivere med det gode eksempel frem for med formelle krav. Den er siden fulgt op med fælleskonventionen for brugt brændsel og radioaktivt affald.

Hvert tredje år afholdes et revisionsmøde, hvor medlemslandene har pligt til at deltage. Hvert land skal senest seks måneder forud for revisionsmødet fremlægge en rapport, der redegør for de sikkerhedsmæssige forhold i landet. Under revisionsmødet udarbejdes en rapport med en bedømmelse af landets nukleare sikkerhed med eventuelle forslag til forhold, der bør undersøges, og som landet skal rapportere om på det efterfølgende revisionsmøde.

Udvidelsen af EU

Efter Tjernobylulykken og opløsningen af Sovjetunionen var der et udtalt ønske i mange østeuropæiske lande om at blive optaget i EU. Et af de krav, der blev stillet til landene som forudsætning for optagelse i EU, var, at den nukleare sikkerhed i landene blev forbedret. Dette indebar, at de mindst sikre af kernekraftværkerne blev lukket, og at andre værker gennemgik betydelige sikkerhedsmæssige forbedringer. Desuden blev det krævet, at landene tilsluttede sig IAEA's sikkerhedsprogrammer, herunder den nukleare sikkerhedskonvention og fælleskonventionen for brugt brændsel og radioaktivt affald.

Udvidelsen af EU forstærkede ikke mindst EU-Kommissionens ønske om at få ensartede bindende krav til sikkerheden inden for EU. Omvendt var der i mange EU-lande en udtalt frygt for en bureaukratisering af den nuklear sikkerhed, som kunne komplicere og fordyre sikkerhedsreguleringen uden at bidrage til en forbedring af sikkerheden. Dette førte til dannelsen af WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association), der er en forening af cheferne for de europæiske landes sikkerhedsmyndigheder.

WENRA's ønske var gennem kortlægning af praksis i de forskellige lande at udvikle fælles referenceniveauer inden for reaktorsikkerhed, dekommissionering af nukleare anlæg samt forvaltning af radioaktivt affald og brugt brændsel. WENRA anerkender IAEA's standarder og anvender dem som basis for deres referenceniveauer. Sigtet var at bruge referenceniveauerne som minimum standarder fra 2010.

I 2007 blev der i EU-regi etableret en High Level Group on Nuclear Safety and Waste Management, senere omdøbt til ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group). Gruppen er uafhængig og refererer til både Rådet, Kommissionen og Parlamentet. Den er sammensat af kompetente myndighedspersoner fra alle 27 medlemslande og omfatter således i høj grad de samme personer som WENRA. Arbejdet i ENSREG (www.ENSREG.eu) har vist sig

at være særdeles konstruktivt og fokuseret på en fortsat forbedring af den nukleare sikkerhed. ENSREG mødes mindst to gange årligt og har nedsat tre underarbejdsgrupper inden for nuklear sikkerhed, affaldshåndtering og gennemsigtighed af beslutningsprocesserne.

Etableringen af ENSREG er udtryk for en formalisering af WENRA's initiativ og resultater, der er værdsat også uden for EU. ENSREG har haft en afgørende indflydelse på udformningen af direktivet.

Sikkerhedsdirektivet og dets betydning

Sikkerhedsdirektivet fastslår, at medlemslandene ved gennemførelse af direktivet bør tage hensyn til de sikkerhedsprincipper, der er nedfældet i IAEA's sikkerhedsstandarder samt i den nukleare sikkerhedskonvention og fælleskonventionen for radioaktivt affald og brugt brændsel, og som udgør en samling af bedste praksis.

Direktivet henviser til medlemsstaternes ansvar for deres egne nukleare anlægs sikkerhed som det grundlæggende princip bag nuklear sikkerhedsregulering på internationalt plan. Direktivet understreger, at dette princip om nationalt ansvar og princippet om, at det primære ansvar for et nukleart anlægs sikkerhed påhviler tilladelsesindehaveren under kontrol af den kompetente nationale tilsynsmyndighed, bør fremmes, og at de kompetente tilsynsmyndigheders rolle og uafhængighed bør styrkes som led i gennemførelsen af direktivet.

Medlemslandene har frihed til selv at vælge, hvorledes de vil opfylde direktivet, men medlemslandene skal rapportere til EU Kommissionen om gennemførelsen af direktivet, første gang i 2014 og herefter hvert tredje år. På grundlag af medlemslandenes rapporter forelægger Kommissionen en rapport for Rådet og Europa Parlamentet om forløbet af gennemførelsen af direktivet.

Medlemsstaterne skal endvidere mindst hvert tiende år gennemføre periodiske selvevalueringer af deres nationale rammebestemmelser og kompetente tilsynsmyndigheder. Medlemsstaterne indbyder til en international granskning af relevante dele af deres nationale rammebestemmelser og/eller myndigheder med det formål hele tiden at forbedre den nukleare sikkerhed. Resultaterne af alle sådanne granskninger skal rapporteres til medlemsstaterne og Kommissionen, når de foreligger.

APPENDIKS A: INES, den internationale skala for uheld på nukleare anlæg

På foranledning af IAEA og OECD/NEA blev der i 1990 udviklet en skala til angivelse af den sikkerhedsmæssige betydning af uheld på nukleare anlæg og uheld ved transport af radioaktivt materiale.

Skalaen betegnes INES, International Nuclear Event Scale, og omfatter otte uheldsklasser, fra klasse 0 til 7 (se figuren). Hændelser, der ikke har nogen sikkerhedsmæssig betydning, placeres i klasse 0, mens alvorlige ulykker med udslip af store mængder radioaktivt materiale hører til klasse 7.

Uheldsklassen bestemmes ud fra tre kriterier:

- Påvirkning af omgivelserne
- Påvirkning af anlægget
- Degradering af dybdeforsvaret (anlæggets sikkerhedssystem).

Uheld med påvirkning af omgivelserne ved udslip af radioaktivt materiale er det mest alvorlige kriterium og dækker klasse 3 til 7. Uheld, hvor der udelukkende sker en påvirkning af anlægget, f.eks. skader

på reaktorkernen eller bestråling af personale, placeres i klasse 2 til 5. Det sidste kriterium, degradering af et anlægs dybdeforsvar, betyder, at en eller flere sikkerhedsbarrierer (tekniske/menneskelige) svigter. Uheld, hvor sikkerhedsbarrierer påvirkes, betegnes som hændelser og rubriceres fra klasse 1 til 3. Af de tre kriterier vil det, der giver den højeste klasse for uheldet, være det afgørende kriterium.

I alt 60 lande har i dag tilsluttet sig INES-systemet. Kort efter en hændelse skal ejeren af anlægget efter samråd med det pågældende lands sikkerhedsmyndighed beskrive hændelsen med angivelse af en (evt. foreløbig) INES-klasse. IAEA informerer derefter de lande, der har tilsluttet sig systemet, om den indtrufne hændelse og klassificering. Sikkerhedsmyndigheden kan efter behov efterfølgende korrigere klassificeringen, hvis myndigheden ved nærmere analyse finder en anden klasse mere korrekt.

Eksempler på INES-klassifikation

- INES-7: Tjernobyl, 1986. Havariet af Tjernobyl-4 reaktoren i Ukraine førte til omfattende påvirkninger af mennesker og miljø.
- INES-6: Kyshtym, 1957. En eksplosion på oparbejdningsanlægget i Kyshtym i Rusland medførte at store mængder radioaktivt affald blev spredt til omgivelserne.
- INES-5: Three Mile Island, 1979. Ulykken på kernekraftværket i Pennsylvania medførte en nedsmeltning af reaktorkernen, mens påvirkningen af omgivelserne var meget begrænsede.



- INES-4: Tokai Mura, 1999. Kritikalitetsulykken på brændselsfabrikken Tokai Mura i Japan medførte en kraftig bestråling af personale.
- INES-3: Studsvik, 2002. En forsendelse af radioaktivt materiale fra Studsvik i Sverige til USA viste sig at have et stærkt forhøjet strålingsniveau uden for beholderen.

Kriterier for klassifikation af ulykker efter INES-skalaen

Trin/ Betegnelse	Begivenhed
7 Katastrofe	Udslip til omgivelserne af en stor del af det radioaktive materiale i et stort anlæg, f.eks. reaktorkernen på et kernekraftværk. Udslippet vil bestå af en blanding af kort- og langlivede radioaktive fissionsprodukter og kan føre til akutte stråleskader, sene stråleskader i et større område samt medføre alvorlige miljøkonsekvenser.
6 Alvorlig ulykke	Udslip til omgivelserne af radioaktivt materiale. Udslippet vil typisk kræve fuld iværksættelse af modforholdsregler for at modvirke alvorlige stråleskader.
5 Ulykke med risiko for omgivelserne	Udslip til omgivelserne af begrænsede mængder radioaktivt materiale. Udslippet vil typisk kræve delvis iværksættelse af modforholdsregler for at mindske sandsynligheden for stråleskader. Alvorlig skade på det nukleare anlæg, f.eks. skade på en stor del af en reaktorkerne, et stort kritikalitetsuheld, eller en brand, hvor større mængder radioaktivt materiale frigives inden for anlægget.
4 Ulykke uden risiko for omgivelserne	Udslip til omgivelserne af mindre mængder radioaktivt materiale, resulterende i strålingsdoser til de mest udsatte personer på nogle få millisievert (mSv). Udslippet kræver næppe iværksættelse af modforholdsregler, bortset fra eventuel lokal fødevarekontrol. Større skader på et kernekraftværk, f.eks. en delvis kernenedsmeltning, eller tilsvarende hændelser på andre nukleare anlæg. Bestråling af en eller flere arbejdere på anlægget, som medfører en stor sandsynlighed for dødsfald.
3 Alvorlig hændelse	Radioaktivt udslip til omgivelserne ud over de tilladte værdier, resulterende i strålingsdoser til de mest udsatte personer udenfor anlægget på nogle tiendedele af en millisievert. Udslippet vil muligvis ikke nødvendiggøre iværksættelse af modforholdsregler. Hændelse, hvor strålingsdoser til en eller flere arbejdere på anlægget kan føre til akutte stråleskader; og hændelse som resulterer i en alvorlig radioaktiv forurening af et område indenfor anlægget. Hændelse med store svigt i sikkerhedssystemet, hvor yderligere svigt af sikkerhedssystemet kan føre til en ulykke.
2 Hændelse	Hændelse med store svigt i sikkerhedsforholdene, men med tilstrækkelig dybdeforsvar tilbage til at modstå yderligere svigt. Hændelse hvor en eller flere arbejdere får en strålingsdosis, der overskrider den tilladte årlige grænseværdi; og hændelse som resulterer i en betydende radioaktiv forurening i dele af anlægget.
1 Uregelmæssighed	Hændelse, hvor betingelserne for drift overskrides, f.eks. ved afvigelse fra tekniske specifikationer eller brud på transportregulativer, men hvor dybdeforsvaret fortsat er betydeligt.

APPENDIKS B: Internationale organisationer

EURATOM

EURATOM-traktaten er en af EU's oprindelige traktater. Hovedelementerne i traktaten er strålingsbeskyttelse af såvel arbejdstagere som befolkningen i almindelighed, forsyning med fissile materialer, sikring af sådanne materialer mod misbrug til uautoriserede formål (safeguards) og generelle aspekter som forskning og formidling af information. Sikkerhed ved drift af nukleare anlæg og håndtering af radioaktivt affald har primært været nationale anliggender med internationalt samarbejde omkring standardisering og "best practice" m.m. I de senere år har kommissionen imidlertid også taget initiativer på disse områder, f.eks. har den i 2003 foreslået direktiver vedr. sikkerhed ved nukleare anlæg og håndtering af radioaktivt affald.

<http://euratom.org>

IAEA

International Atomic Energy Agency (IAEA) er en international organisation under FN, som har til formål at fremme det internationale videnskabelige og teknologiske samarbejde om den fredelige udnyttelse af nuklear teknologi, herunder kernekraft-teknologi. Organisationen blev grundlagt i 1957 som en kulmination af de internationale bestræbelser for at følge op på Præsident Eisenhowers "Atoms for Peace"-program fra 1953. Med udgangen af 2006 havde organisationen 144 medlemsstater og der var indgået safeguard-aftaler med 156 lande.

IAEA formidler overførsel af nuklear teknologi og viden på området til udviklingslandene. IAEA udvikler standarder inden for nuklear sikkerhed og arbejder derigennem på at opnå og vedligeholde et højt niveau for sikkerheden ved nuklear energiproduktion og for beskyttelsen af mennesker og miljø mod de skadelige virkninger af ioniserende stråling. Som et led i ikke-spredningsaftalen (NPT) overvåger IAEA, at de nukleare anlæg og materialer, som medlemsstaterne har tilmeldt IAEA's inspektionssystem, kun anvendes til fredelige formål.

IAEA har hovedkvarter i Wien, Østrig, hvor der er ansat ca. 2300 medarbejdere.

www.iaea.org

www.iaea.org/programmes/a2/index.html: IAEA's Nuclear Power Reactor Information System (PRIS), med data om verdens kernekraftværker mv.

www-news.iaea.org/news: IAEA's Nuclear Events Web-based System, med information om INES-hændelser.

OECD/NEA

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) er udsprunget af Organisation for European Economic Co-operation (OEEC), som blev oprettet for at administrere Marshall-planen for den europæiske genopbygning efter 2. verdenskrig. OECD har i dag 30 medlemslande, der alle bekender sig til en demokratisk styreform og markedsøkonomi. OECD's opgave er at støtte medlemslandenes økonomiske og administrative udvikling og fremme samarbejdet mellem landene inden for økonomi, uddannelse, teknologi og forskning m.m. Nuclear Energy Agency (NEA) er en organisation inden for OECD. NEA's formål er at støtte medlemslandenes fortsatte udvikling af det videnskabelige, teknologiske og lovgivningsmæssige grundlag for en sikker, miljøvenlig og økonomisk udnyttelse af kerneenergien til fredelige formål. NEA har et tæt samarbejde med EU-

kommissionen og en samarbejdsaftale med IAEA. NEA samarbejder også med ikke-medlemslande i Central- og Østeuropa. NEA har i dag 28 medlemslande.

NEA støtter en række samarbejdsprojekter medlemslandene imellem vedrørende nuklear sikkerhed, strålingsbeskyttelse, håndtering af radioaktivt affald og dekommissionering m.m. NEA har sit hovedsæde i Paris, Frankrig. Arbejdet er organiseret i en række komitéer med deltagelse af mere end 500 eksperter fra medlemslandene.

www.nea.fr

UNSCEAR

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) er en videnskabelig komite under FN. Den blev etableret i 1955 som reaktion på de atmosfæriske prøvesprængninger af nukleare våben og det medfølgende globale radioaktive nedfald. Det er komiteens opgave at indsamle og evaluere information om niveauerne af ioniserende stråling og radioaktivitet stammende fra både menneskeskabte og naturlige kilder og at studere de mulige virkninger på mennesker og miljø.

UNSCEAR består af videnskabsmænd fra 21 medlemslande. Danmark er ikke medlem. De 21 medlemslande har hver én repræsentant i komiteen. Komiteen og sekretariatet arbejder sammen med videnskabsmænd over hele verden for at etablere databaser over eksponeringer til ioniserende stråling og information om eksponeringernes virkning. UNSCEAR's hovedsæde ligger i Wien.

www.unscear.org

WANO

The World Association of Nuclear Operators (WANO) er en global forening af alle selskaber, der driver kernekraftværker. WANO formidler samarbejde og udveksling af driftserfaringer mellem operatørerne med det formål at opnå den højest mulige sikkerhed og pålidelighed for kernekraftværkerne.

www.wano.org.uk

WENRA

Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA) er en sammenslutning af lederne af en række vesteuropæiske landes nukleare tilsynsmyndigheder. Sammenslutningen omfatter Belgien, Bulgarien, Finland, Frankrig, Holland, Italien, Litauen, Rumænien, Schweiz, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tjekkiet, Tyskland og Ungarn. Sammenslutningens formål er at udvikle en fælles tilgang til kernekraftsikkerhed med hovedvægten på EU-området.

www.wenra.org

WNA

The World Nuclear Association (WNA) er en global samarbejdsorganisation for industrivirksomheder, der arbejder inden for den nukleare industri, omfattende kernekraftværker og alle aspekter af brændselskredsløbet. WNA's formål er at være det globale forum for den nukleare industri og at informere om nukleare spørgsmål.

www.world-nuclear.org

Nordiske myndigheder

Beredskabsstyrelsen, Danmark

www.brs.dk

www.brs.dk/nuc/default.asp: Beredskabsstyrelsens Nukleare Kontor; oplysninger om det danske atomberedskab.

www.info.nucinfo.dk/denmark: Nucinfo, Beredskabsstyrelsens informationsværktøj vedrørende nukleare forhold.

Statens Institut for Strålebeskyttelse (SIS), Danmark

www.sis.dk

Geislavarnir Ríkisins, Island

www.gr.is

Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Finland

www.stuk.fi

Statens Strålevern, Norge

www.nrpa.no

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), Sverige

www.stralsakerhetsmyndigheten.se

APPENDIKS C: Anvendte forkortelser

ABWR	Advanced Boiling Water Reactor, den avancerede kogendevandsreaktor
ACR	Advanced CANDU Reactor, canadisk udviklet tungtvandsmodereret reaktor med letvandskøling og svagt beriget uran
AECL	Atomic Energy of Canada Ltd
AES-92	Russisk kernekraftenhed på 1060 MWe
AGR	Advanced Gas-cooled Reactor, den engelsk udviklede avancerede gaskølede reaktor
AmerenUE	Amerikansk elselskab
AP-1000	Westinghouse's Advanced Power Reactor (PWR) på 1000 MWe
APR-1400	Advanced Pressurized Reactor, sydkoreansk trykvandsreaktor på 1400 MWe
APWR	Advanced Pressurized Water Reactor
Areva	Fransk kerneenergikonsortium
ASE	Atomstroyexport, russisk firma, der eksporterer kernekraftværker
BN	Hurtig reaktor (russisk)
BREST	Russisk blykølet hurtigreaktorprojekt
BRS	Beredskabsstyrelsen
BWR	Boiling Water Reactor, kogendevandsreaktor
CANDU	Canadian Deuterium Uranium, den canadiske tungtvandsreaktor af trykrørstypen
CAP	Kinesisk udviklet trykvandsreaktor
CAREM	Lille argentinsk udviklet trykvandsreaktor
CDU	Tysk politisk parti
CEZ	Tjekkisk elselskab
CFHI	China First Heavy Industries
Cgnpco	China Guandong Nuclear Power Holding Co, kinesisk kernekraftselskab
CNNC	China National Nuclear Corporation, kinesisk kernekraftselskab
CNP-1000	China Nuclear Plant 1000, kinesisk 1000 MWe PWR enhed
COL	Construction and Operation Licence, kombineret amerikansk bygge-driftstilladelse
CO ₂	Kuldioxid
CPR-1000	Kinesisk udviklet trykvandsreaktor
CSU	Tysk politisk parti
DDP	Demonstration Power Plant (PBMR)
DOE	Department of Energy, USA's energiministerium
DTU	Danmarks Tekniske Universitet
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development, den europæiske udviklingsbank for Central- og Østeuropa
EdF	Electricité de France, det franske statslige el-selskab
ENEC	De Forenede Arabiske Emiraters elselskab
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
E.ON	Tysk elselskab
EPR	European Pressurized Reactor, Areva's trykvandsreaktor
ESBWR	Economic Simplified Boiling Water Reactor, økonomisk, forenklet kogendevandsreaktor
ESP	Early Site Permit, forhåndsgodkendelse i USA af arealer til bygning af kernekraftenheder
EU	Den Europæiske Union
EURATOM	EU's kerneenergiorganisation
FBR	Fast Breeder Reactor, hurtig formeringsreaktor
FDP	Tysk politisk parti

GCR	Gas Cooled Reactor, gaskølet reaktor
GE	General Electric, amerikansk reaktorfirma
GIF	Generation IV International Forum, internationalt samarbejde om udvikling af nye reaktortyper
GWe	Gigawatt elektrisk
HTR	High Temperature Reactor
IAEA	International Atomic Energy Agency, FN's atomenergiagentur
IEA	International Energy Agency, OECD's energiagentur
INES	International Nuclear Event Scale, IAEA's skala for radiologiske og nukleare uheld
IR	Iranske centrifuger
IR-40	Iransk forsøgsreaktor, der er under bygning
JAEA	Japan Atomic Energy Agency
KTA	Tyske sikkerhedsstandarder
KWU	Kraftwerkunion, tidligere tysk reaktorleverandør
LWR	Light Water Reactor (BWR og PWR)
MBIR	150 MWt russisk, hurtig formeringsreaktor
MHI	Misubishi Heavy Industries, japansk reaktorfirma
MOX	Mixed OXide fuel, reaktorbrændsel fremstillet af en blanding af plutonium- og urandioxid
mSv	Millisievert, enhed for strålingsdosis
MWe	Megawatt elektrisk
MWt	Megawatt termisk
NEA	Nuclear Energy Agency, OECD's kerneenergiorganisation
NEK	Bulgarsk statsligt el-selskab
Npcil	Nuclear Power Corp. of India Ltd, det indiske nukleare elselskab
NPT	Non Proliferation Treaty, ikke-spredningsaftalen
NRC	Nuclear Regulatory Commission, USA's reaktorsikkerhedsmyndighed
NSG	Nuclear Suppliers Group, international gruppe, der kontrollerer eksport af komponenter til nukleare anlæg
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OEEC	Organisation for European Economic Co-operation
PBMR	Pepple Bed Modular Reactor, højtemperatur reaktor med kugleformede brændselelementer
PGA	Polska Grupa Energetyczna, organisation, der skal stå for opførelse af kernekraftenheder i Polen
PHWR	Pressurized Heavy Water Reactor, tungtvands-modereret trykvandsreaktor
PWR	Pressurized Water Reactor, trykvandsreaktor
P5+1	De fem permanente medlemmer af sikkerhedsrådet samt Tyskland
RBMK	Reaktor-stor-effekt-kanaltype, russisk reaktor med grafit moderator og kogendevandskøling (Tjernobyl-typen)
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, tysk el-selskab
SIS	Statens Institut for Strålingsbeskyttelse
SEC	Shanghai Electric Heavy Industries Corp.
SFR	Sodium-cooled Fast Reactor, natriumkølet hurtigreaktor
SKI	Sveriges KärnkraftInspektion
SMART	System-integrated Modular AdvancedReacTor, lille sydkoreansk trykvandsreaktor
Snptc	State Nuclear Power Technology Co, kinesisk kernekraftfirma
SPD	Tysk politisk parti
SSM	Strålsäkerhetsmyndigheten (Sverige)
SSW	Tysk politisk parti (Sydslesvigsk vælgerforening)
STUK	Den finske myndighed for nuklear- og strålingssikkerhed
SVBR	Svintsovo-Vismutovyi Bystryi Reaktor. Russisk hurtigreaktor

TACIS	Technical Aid to the Commonwealth of Independent States, del af det europæiske EuropeAid program
Tepco	Tokyo Electric Power Company, japansk el-selskab
TVA	Tennessee Valley Authority, amerikansk el-selskab
TVO	Teollisuuden Voima Oy, finsk el-selskab
TWh	Terawatt-time, 1 TWh = 1 milliard kWh
UF ₆	Uranhexafluorid
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, videnskabelig komité under FN om virkninger af stråling
USAPWR	Mitsubishi's Advanced Pressurized Water Reactor for det amerikanske marked
USD	Amerikanske dollar
USEPR	Amerikansk udgave af den franske EPR
VBER-300	Mindre russisk trykvandsreaktor
VHTR	Very High Temperature Reactor
VK-300	Russisk kogendevandsreaktor
VVER	Vand vand energi reaktor, russisk udgave af trykvandsreaktoren
VVM	Vurdering af Virkninger på Miljøet
WANO	World Association of Nuclear Operators, global organisation for el-selskaber med kernekraftværker
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association, organ for europæiske reaktorsikkerhedsmyndigheder
WNA	The World Nuclear Association, global sammenslutning af virksomheder inden for den nukleare industri

Risø DTU er Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi. Forskningen er rettet mod udviklingen af klimavenlige energiteknologier og energisystemer, og bidrager til innovation, uddannelse og rådgivning. Risø har store forsøgsfaciliteter og tværfaglige forskningsmiljøer og inkluderer kompetencecenteret for nukleare teknologier.

Risø DTU
Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi
Danmarks Tekniske Universitet

Frederiksborgvej 399
Postboks 49
4000 Roskilde
Telefon 4677 4677
Fax 4677 5688

www.risoe.dtu.dk